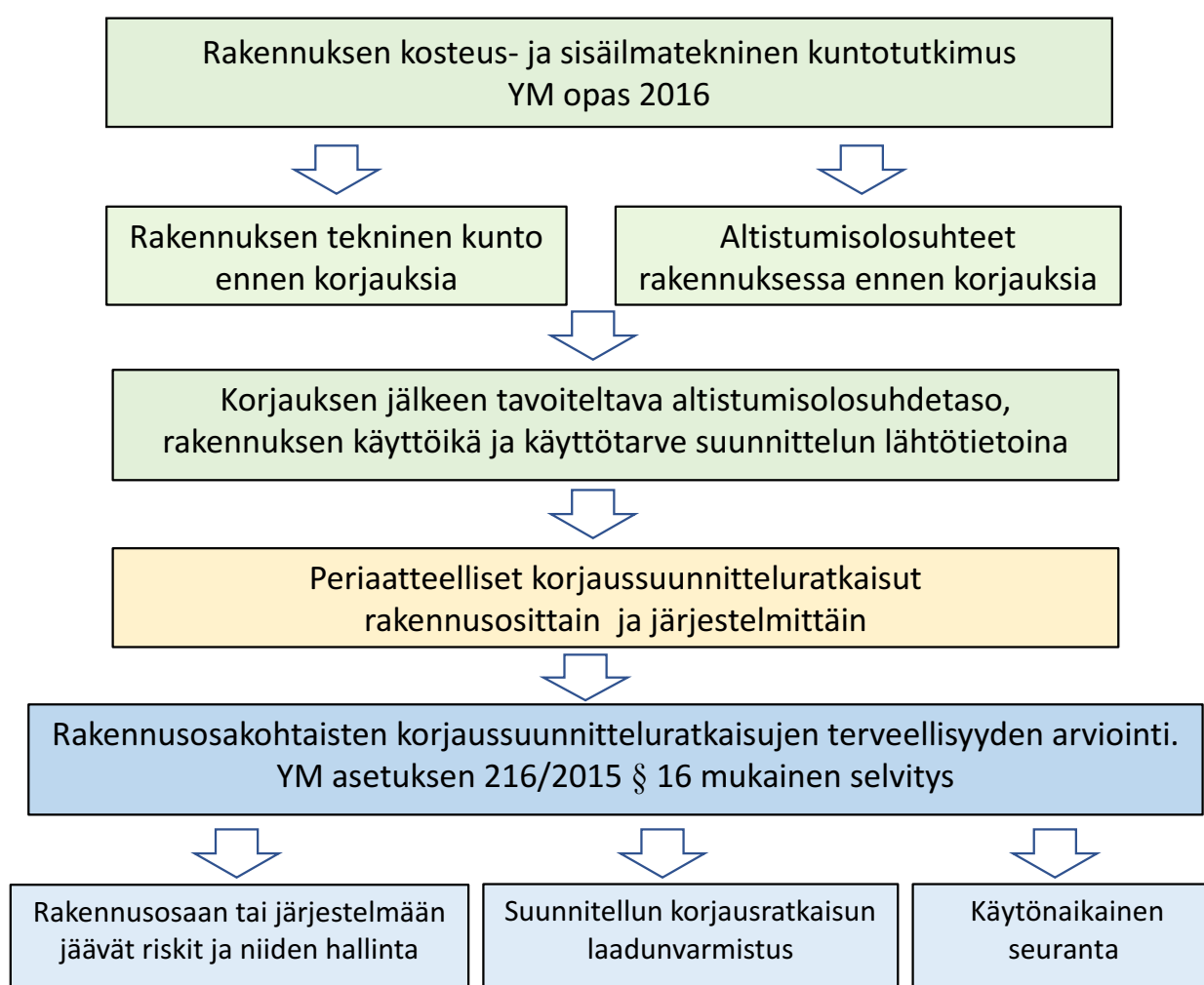


## KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUJEN TERVEELLISYYDEN ARVIOINTIMALLI

### Loppuraportti



Veli-Matti Pietarinen  
Kai Nordberg  
Juha Heikkinen  
Liisa Kujanpää  
Helmi Kokotti

Suomen Sisäilmakeskus Oy  
Puijonkatu 19 B  
70100 KUOPIO  
[www.sisailmakeskus.fi](http://www.sisailmakeskus.fi)

Suomen Sisäilmakeskus Oy on toteuttanut Työsuojelurahaston rahoittaman hankkeen *Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyyden arviointimalli* (Hankenumero 117118) vuoden 2017 aikana. Yhteistyökumppanina on ollut Savon koulutuskuntayhtymä.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61 ja lakiin myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN: 978-952-94-0036-2 (nid.)

ISBN: 978-952-94-0068-3 (pdf)

Kirjoittajat:

Veli-Matti Pietarinen  
Kai Nordberg  
Juha Heikkinen  
Liisa Kujanpää  
Helmi Kokotti

## Tiivistelmä

Hankkeessa kehitettiin peruskorjaus- ja sisäilmaongelmakohteisiin soveltuva arviointimalli, jota voidaan käyttää suunnitteluvaiheessa eri korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisuuden varmistamiseen ja suunnitteluratkaisujen laadunvarmistukseen. Arviointimallissa korjaussuunnitteluratkaisulle määritellään tavoiteltava altistumisolosuhde ja käyttöikä, jotka määrittelevät korjaussuunnitteluratkaisut ja niihin liittyvät laadunvarmistus- ja seurantamenetelmät. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisuuden arviointiin ei ole ollut arviointimallia tai selkeää ohjeistusta.

Hankkeen esimerkkikorjauskohteina oli seitsemän koulurakennusta, joiden korjauksille oli asetettu erilaiset käyttöikätaavoitteet. Rakennuksiin oli tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus sekä altistumisolosuhteiden arviointi. Korjausten hankesuunnitteluvaiheessa päätettiin korjauksilla tavoiteltava altistumisolosuhtetaso sekä käyttöikä ja käyttötarkoitus. Näiden perusteella määriteltiin korjaussuunnitteluratkaisuperiaatteet, laadunvarmistusmenetelmät ja seurantatoimenpiteet. Lisäksi suunnitteluratkaisujen valinnassa huomioitiin korjauskustannukset suhteessa rakennusten elinkaaren jäljellä olevaan pituuteen ja rakennusten terveellisyyteen. Kohteiden korjaussuunnitteluratkaisuja arvioitiin sisäilman laadun näkökulmasta rakennusosittain huomioiden tavoiteltava altistumisolosuhtetaso sekä käyttöikätaavoite.

Maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain muutosten nojalla annetuissa asetuksissa ja ohjeissa on osaamis- ja pätevyysvaatimuksia kosteus- ja sisäilmaongelmaisten rakennusten tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa työskenteleville asiantuntijoille. Arviointimallissa on esitetty eri korjaussuunnitteluvaiheista vastaavan asiantuntijan pätevyysvaatimus tai -suositus.

Ympäristöministeriön asetuksen 216/2015 perusteella kosteusvaurion korjaussuunnitelmaan on sisällytettävä tieto toimenpiteistä, joilla kosteusvaurion aiheuttama haitta tai sen vaikutus sisäilmaan ja käyttäjiin poistetaan sekä tieto korjatun rakenteen tai järjestelmän toimimisesta suunnitellun käyttöiän ajan. Tässä hankkeessa kehitettyä arviointimallia voidaan hyödyntää asetuksessa vaadittavan selvityksen laatimiseen.

Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisuuden arviointimalli on tarkoitettu kaikkien korjaushankkeen osapuolten käyttöön. Arviointimallilla laadittu selvitys helpottaa muodostamaan kokonaiskuva korjausten vaikutuksesta altistumisolosuhteisiin sekä korjausratkaisuihin liittyviin riskeihin ja niiden hallintaan.

## **Abstract**

Action limits of indoor air quality, damage investigations, and designing and repairing process of building are regulated by the legislation (the Health Protection Act, the Occupational Safety and Health Act, the Land Use and Building Act), corresponding decrees and instructions.

The repair design solutions of the seven school buildings were utilized when developing the assessment model of this study. The level of exposure conditions was estimated in each building by analyzing the results of the condition investigation of indoor air quality and structures. Then the owner of buildings settled new target values for the lifetime and the exposure conditions after repair of the buildings. The target lifetime of repaired buildings varied from single months to several decades. As well the further utilization type of the building was determined. After that the solutions of the repair designs of each construction type were evaluated by the assessment model developed in this project. The risks or exposure conditions due to the damaged materials and air leakages left in the building structures were assessed. In addition, quality assurance and post-monitoring of the repair methods were defined. The costs of the repairs were considered in relation to the target lifetime of the repaired building.

The assessment model developed in this project can be utilized for the report required in the Decree by the Ministry of Environment (216/2015). The report is conducted by the construction designer and it should include information how the health hazard of a moisture damage is removed by each repair solution of damaged structures. The removal of health hazard should be considered in the whole building and during the whole target life of the repaired building. Our assessment model helps to clarify a general view about how the repair solutions may affect the exposure level in the building and what kind of risks they could still include. In addition to the valuation of repair solutions, the quality assurance and post-monitoring of the repaired buildings are presented in this study.

# Sisällysluettelo

ESIPUHE .....	2
MÄÄRITELMÄT .....	3
1. JOHDANTO .....	7
2. KOSTEUSVAURION KORJAUSTYÖN ERITYISALAN ASiantuntijoiden Pätevyydet .....	7
2.1 Kuntotutkijoiden pätevyysvaatimukset .....	7
2.2 Kosteusvauriokorjaustyön suunnittelijan sekä työnjohtajan pätevyysvaatimukset .....	8
2.3 Korjaustyövaiheen kosteudenhallinnasta vastaavat henkilöt .....	8
2.4 Korjausvaiheen pölyn- ja puhtaudenhallinnasta vastaavat henkilöt .....	9
3. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	10
3.1 Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus .....	10
3.2 Altistumisolosuhteiden arviointi .....	11
3.3 Terveyshaitan arviointi .....	13
3.4 Hankkeen korjauskohteet ja korjausten tavoitteet .....	14
3.5 Kohteiden korjausten kustannusarviot .....	15
4. KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUJEN TERVEELLISYYDEN ARVIOINTIMALLI .....	15
4.1 Tarveselvitys .....	17
4.2 Hanke- ja toteutussuunnittelu .....	18
4.3 Korjaussuunnitteluratkaisut rakennuksen eri käyttöikätaivoitteisiin .....	18
4.4 Rakennuksen tai tilan käytöstä luopuminen .....	17
4.5 Sisäilmaryhmän ja työsuojeluorganisaation tehtävät korjausten suunnittelussa, laadunvarmistamisessa ja seurannassa .....	19
5. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	20
LÄHTEET .....	22
LIITTEET .....	23

## Esipuhe

Hanke on toteutettu Työsuojelurahaston myöntämällä tutkimus- ja kehittämisrahoituksella. Kiitämme Savon koulutuskuntayhtymää yhteistyöstä hankkeen aikana.

Rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää, että rakennuslupahakemukseen liitetään pätevän henkilön laatima selvitys rakennuksen kunnosta (MRL 131 §). Selvityksen (rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen) sisällöstä on säädetty ympäristöministeriön asetuksessa (216/2015) rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä sekä asetusta selventävässä ohjeessa (YM3/601/2015).

Kosteusvaurion korjaustyön korjaussuunnittelijan pätevyysvaatimuksista on säädetty valtioneuvoston asetuksessa (214/2015) rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä. Rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista on annettu ympäristöministeriön ohje (YM1/601/2015). Ympäristöministeriön asetuksen 216/2015 perusteella kosteusvaurion korjaussuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot toimenpiteistä, joilla kosteusvaurion aiheuttama haitta tai sen vaikutus sisäilmaan ja käyttäjiin poistetaan sekä tieto siitä, miten korjattu rakenne toimii sen suunnitellun käyttöiän aikana.

Tässä hankkeessa kehitettiin peruskorjaus- ja sisäilmaongelmakohteisiin soveltuva arviointimalli, jota voidaan käyttää suunnitteluvaiheessa eri korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyyden varmistamiseen ja suunnitteluratkaisujen laadunvarmistukseen. Arviointimallissa on esitetty eri korjaussuunnitteluvaiheista vastaavan asiantuntijan pätevyysvaatimus tai -suositus. Arviointimallia sovellettiin seitsemän koulurakennuksen korjaushankkeissa. Kohteisiin oli aiemmin tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Kehitettyä arviointimallia voidaan hyödyntää ympäristöministeriön asetuksessa 216/2015 vaadittavan selvityksen laatimiseen.

### Hankkeen ohjausryhmän jäsenet:

Anne-Marie Kurka, Työsuojelurahasto  
Anne Hyvärinen, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, THL  
Timo Turunen, Ramboll Finland Oy  
Marko Pasanen, Savon koulutuskuntayhtymä  
Marko Vartiainen, Savon koulutuskuntayhtymä

## Määritelmät

**Asumisterveysasetus:** Sosiaali- ja terveysministeriön asetus STMa 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Asetus on säädetty terveydensuojelulain TSL:n 32 §:n ja 49 d §:n nojalla ja astui voimaan 15.5.2015 alkaen.

**Altiste:** Rakennuksen sisäilmassa esiintyvä ulkoinen tekijä, jota voidaan mitata tai arvioida. Rakennuksen sisäilman altisteet ovat biologisia, kemiallisia ja fysikaalisia. Terveydensuojelulain nojalla annetussa asumisterveysasetuksessa on annettu eri altisteille toimenpiderajoja, joiden perusteella arvioidaan altisteen mahdollisesti aiheuttamaa haittaa rakennuksessa oleskelevalle ihmiselle. Työturvallisuuslaissa työpaikan ilmassa esiintyviä ulkoisia tekijöitä kutsutaan epäpuhtauksiksi. Työterveyslaitos on julkaissut viitearvoja toimistoympäristön epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista.

**Toimenpideraja ja ohjearvo:** Käsitteellä tarkoitetaan altisteen pitoisuutta, mittaustulosta tai ominaisuutta, joka on ilmoitettu mm. asumisterveysasetuksessa 2015. Toimenpiderajaa voidaan soveltaa, jolloin otetaan huomioon mm. altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto. Toimenpiderajan ylittäminen voi johtaa sen, jonka vastuulla haitta on, ryhtymään terveydensuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin haitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Toimenpiderajoja sovelletaan ohjearvoja täsmällisemmin. Sisäilman laadun suunnittelussa käytetään suunnitteluarvoja. Ilmanvaihdon sekä sisäilmaston suunnitteluarvoja on annettu rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012) ja laatuluokkia Sisäilmastoluokitus 2008:ssa. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta on annettu 20.12.2017. Vastaavasti Sisäilmastoluokitus 2008 päivittyy vuoden 2018 aikana Sisäilmastoluokitus 2018:ksi.

**Viitearvo:** Sisäilman epäpuhtauksien viitearvot eivät pääsääntöisesti ole terveysterusteisia. Viitearvot perustuvat tutkimustuloksiin tavanomaisista pitoisuuksista tutkitussa ympäristössä. Tavanomaisesta poikkeavat sisäilman epäpuhtauspitoisuudet viittaavat yleensä poikkeaviin ympäristölähteisiin (sisä- tai ulkoympäristössä). Toiminnaltaan erityyppisissä sisäympäristöissä käytetään mittaus- ja analyysitulosten tulkintaan eri ohjeita. Työterveyslaitos on koonnut viitearvoja toimistotyyppisen sisäilman tavanomaisista tasoista. Viitearvot perustuvat toimistoissa, terveydenhuollon tiloissa, päiväkodeissa ja kouluissa tehtyihin sisäilmamittauksiin vuosina 2013–2015. [www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf](http://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf)

**Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus:** Kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa tutkitaan tarkasti kosteusvaurioituneet tai sellaisiksi epäilty rakenteet sekä muut sisäilmanlaatuun mahdollisesti vaikuttavat rakenneosat, materiaalit ja talotekniset järjestelmät sekä mahdolliset muut sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät. Tutkija analysoi kaikki tutkimustulokset ja niiden merkittävyyden tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen kokonaisuutena. Tutkija esittää toimenpide-ehdotukset analysoinnin perusteella. Tutkimuksesta laaditaan tutkimusselostus, joka sisältää tutkimustulokset, analyysit ja toimenpide-ehdotukset. Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimustulosten perusteella voidaan tehdä altistumisolosuhteiden arviointi. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimusopas. Ympäristöministeriö 2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4626-8>

**Altistumisolosuhteiden arviointi:** Altistumisolosuhteiden arvioinnissa arvioidaan tavanomaisesta poikkeavaa sisäilmasto-olosuhdetta ja olosuhteeseen vaikuttavia tekijöitä. Tavanomaisesta poikkeavilla olosuhteilla tarkoitetaan tilanteita, joissa tarkasteltavassa ympäristössä on tavanomaiseen, samankaltaiseen toimintaympäristöön verrattuna enemmän sisäilmaan vaikuttavia epäpuhtauksia tai epäpuhtauslähteitä. Altistumisolosuhteiden arviointi on kokonaisvaltainen rakennus- ja talotekninen sekä sisäilman laadun arvio niistä rakennukseen liittyvistä tekijöistä, jotka voivat vaikuttaa altistumisen määrään, laatuun ja kestoan. Arviointi tehdään rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tulokseen perustuen sekä muiden tarvittavien selvitysten avulla.

**Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde epätodennäköinen:** Rakennukseen tehdyssä kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa ei ole todettu mikrobivaurioita. Rakenteiden kautta ei ole todettu ilmavuotokohtia työ- tai oleskelutiloihin. Sisäilman laatu ei ylitä tilan käyttötarkoitukselle asetettuja viite- ja ohjearvoja, jolloin rakenteissa, taloteknisissä järjestelmissä, pintamateriaaleissa tai kalusteissa ei ole sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauslähteitä. Asumisterveysasetuksessa esitetyt toimenpiderajat eivät ylity. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta vastaa tilojen käyttötarkoitusta. Tässä julkaisussa esitetty altistumisolosuhdetaso 1 vastaa altistumisolosuhdetta, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen on epätodennäköistä.

**Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde mahdollinen:** Rakennukseen tehdyssä kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa on todettu paikallisia, helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, teollisia mineraalikuituja tai muita epäpuhtauslähteitä (esim. VOC-yhdisteet). Epäpuhtauslähteet on todettu ja paikallistettu. Vaurioista tai epäpuhtauslähteistä on todettu pistemäisiä tai vähäisiä ilmavuotokohtia. Ilmavuotokohdat eivät toistu rakenteissa säännöllisesti. Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot voivat ylittyä yksittäisissä tiloissa. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittyvät yksittäisissä tiloissa. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta vastaa pääsääntöisesti tilojen käyttötarkoitusta. Tässä julkaisussa esitetty altistumisolosuhdetaso 2 vastaa altistumisolosuhdetta, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen on mahdollinen.

**Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde todennäköinen:** Rakennukseen tehdyssä kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa on todettu laaja-alaisia, koko rakennusosaa kattavia mikrobivaurioita tai rakenteissa olevia epäpuhtauslähteitä (esim. radon, VOC-yhdisteet, PAH-yhdisteet). Vaurioista tai epäpuhtauslähteistä on todettu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan ja ilmavuotokohdat toistuvat rakennusosassa säännöllisesti. Tilojen käyttötarkoituksen perusteella asetut sisäilman viite- ja ohjearvot ylittyvät ja epäpuhtauslähteet toistuvat laajalla alueella rakennusta. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittyvät ja rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei täytä tilan käyttötarkoitukselle asetettuja vaatimuksia. Tässä julkaisussa esitetty altistumisolosuhdetaso 3 vastaa altistumisolosuhdetta, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen on todennäköinen.

**Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde erittäin todennäköinen:** Rakennukseen tehdyssä kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa on todettu useita eri rakenteita tai rakennusosia, joissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita tai rakenteissa olevia epäpuhtauslähteitä (esim. radon, VOC-yhdisteet, PAH-yhdisteet, asbesti). Vaurioista tai epäpuhtauksista on todettu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan ja ilmavuotokohdat toistuvat rakennusosassa säännöllisesti. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai ilmavuodot rakenteiden kautta ovat todennäköisiä. Tilojen käyttötarkoituksen perusteella asetut toimenpiderajat ylittyvät ja rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei täytä tilan käyttötarkoitukselle asetettuja vaatimuksia. Tässä julkaisussa esitetty altistumisolosuhdetaso 4 vastaa altistumisolosuhdetta, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen on erittäin todennäköinen.

**Terveydellisen merkityksen arviointi:** Työturvallisuuslain (738/2002 10 §) mukaan työnantajalla on velvollisuus selvittää, tunnistaa ja arvioida työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle aiheutuvat haitat ja vaarat. Terveydellisen merkityksen arvioinnin käsite tulee Työterveyshuoltolaista (1383/2001 12 §), jonka mukaan työterveyshuollon tekemän arvioinnin sisältöön kuuluu työn ja työolosuhteiden terveellisyyden ja turvallisuuden selvittäminen. Työnantaja vastaa siitä, että terveydellisen merkityksen arviointiin käytetään työterveyshuollon asiantuntijoita ja ammattihenkilöitä siten kuin siitä säädetään työterveyshuoltolaissa (1383/2001 5 §). Työpaikan sisäilmasto-ongelmissa työterveyshuolto arvioi sisäilmasto-ongelmiin perehtyneen työterveyslääkärin johdolla altistumisolosuhteisiin liittyvän haitan ja vaaran terveydellisen merkityksen ja antaa siitä tarvittaessa lausunnon. Vaaralla tässä yhteydessä tarkoitetaan erityistä sairastumisen vaaraa ja haitalla työturvallisuuslain mukaisia muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. Ennen terveydellisen merkityksen arviointia työnantajan on selvitettävä altistumisolosuhteet rakennusterveyteen perehtyneen asiantuntijan johdolla, koska ongelman terveydellistä merkitystä ei voi arvioida ilman altistumisolosuhdetietoja.



**Terveyshaitta:** Terveyshaitalla tarkoitetaan terveydensuojelulaissa (1 §) ihmisessä todettavaa sairautta, muuta terveydenhäiriötä tai sellaisen tekijän tai olosuhteen esiintymistä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyyttä. Jos asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevalle, toimenpiteisiin haitan ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämiseksi, poistamiseksi tai rajoittamiseksi on ryhdyttävä viipymättä (27 §). Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautia ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja (1 §).

**Ilmavuoto:** Rakennusosassa, rakenteessa tai rakenneliitoksessa oleva epäjatkuvuuskohta, jonka kautta luonnollinen tai pakotettu ilmavirtaus aiheuttaa rakenteen läpi tai rakoja kautta kulkevan ilmavirran.

**Tiivistyskorjatun rakenteen tiiviystaso:** Rakenteiden tiivistyskorjauksille on RT-kortissa 14-11197 esitetty tavoitetasoja 1 - 3. Tavoitetaso 1: tiivistyskorjattu rakenne tulee olla täysin tiivis tiivistyskorjauksen laadunvarmistuskokeissa. Laadunvarmistuskokeessa tutkittava tila tulee olla 10 Pa alipaineinen tutkittavaan rakenteeseen nähden. Tavoitetaso 2: Merkittävä tiiveyden parantaminen, jolloin sallitaan vähäisiä vuotoja tiivistyskorjausten laadunvarmistuskokeissa. Tavoitetaso 3: Tiiveyden parantaminen, jolloin rakenteessa ei saa olla merkittäviä vuotoja tiivistyskorjausten laadunvarmistuskokeissa ja enintään vähäisiä vuotoja tilojen normaaleissa käyttöolosuhteissa (ulko- ja sisäilman välinen paine-ero alle 5 Pa).

**Paikallinen ilmavuoto:** Yksittäisessä tilassa tai rakenteessa esiintyvä ilmavuotokohta. Ilmavuodon merkittävyyttä arvioidaan RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti (pistemäinen, vähäinen tai merkittävä).

**Laaja-alainen ilmavuoto:** Laaja-alainen ilmavuoto toistuu rakennusosassa säännöllisesti. Ilmavuodon merkittävyyttä arvioidaan RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti (pistemäinen, vähäinen tai merkittävä).

**Pistemäinen ilmavuoto:** Pienelle alueelle rajautuva epätiiviyyskohta, jonka koko on 1 – 2 mm. Vuotoilmavirtaukset ilmavuotokohdasta sisäilmaan ovat pieniä. RT-kortti 14-11197.

**Vähäinen ilmavuoto:** Pistemäistä laajempi ilmavuotokohta (2 – 1000 mm), josta vuotoilmavirtaukset ovat pieniä (ei näkyvää rakoa). RT-kortti 14-11197.

**Merkittävä ilmavuoto:** Jos raon koko on 2 – 1000 mm ja vuotoilmavirtaukset ovat voimakkaita tai ilmavuotokohta on näkyvä, ilmavuoto luokitellaan merkittäväksi. Ilmavuotokohta on laaja-alainen ja se toistuu rakennusosassa (yli 1000 mm), mutta vuotoilmavirtaukset ovat pieniä. Paikallisena ilmavuotokohdasta tuleva ilmavirtaus on voimakas. Jos ilmavuotokohta on havaittavissa aistinvaraisesti, lämpökuvauksella tai merkkisavulla, se on merkittävä. RT-kortti 14-11197.

**Paikallinen sisäilman laatuun vaikuttava epäpuhtauslähde:** Epäpuhtauslähteen merkittävyyttä sisäilman laadulle arvioidaan epäpuhtauslähteen laajuuden sekä epäpuhtauslähteestä todetun ilmayhteyden avulla. Paikallinen epäpuhtauslähde esiintyy yksittäisessä tilassa tai rakenteessa ja siitä on todettu ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Paikallinen ilmavuotokohta on todettu vähäiseksi tai merkittäväksi. Epäpuhtauslähteen merkittävyyttä arvioidaan rakennusosakohtaisesti.

**Merkittävä sisäilman laatuun vaikuttava epäpuhtauslähde:** Sisäilman laadun kannalta merkittävä epäpuhtauslähde on laaja-alainen (esim. koko rakennusosaa kattava epäpuhtauslähde) ja epäpuhtauslähteestä on todettu rakennusosan useasta kohdasta ilmavuotoja sisäilmaan. Ilmavuotokohdat on todettu vähäisiksi tai merkittäviksi. Epäpuhtauslähteen merkittävyyttä arvioidaan rakennusosakohtaisesti.

**Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitys:** Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän ei tarvitse itse laatia kosteudenhallintaselvitystä, vaan ryhtyvä voi teettää selvityksen pätevällä asiantuntijalla. Tarkoituksena on, että rakennushankkeeseen ryhtyvä asettaa vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa ja määrittelee kosteudenhallinnalle haluttavan laadun tavoitetason. Selvityksessä on esitettävä ne toimenpiteet ja menettelyt, joilla varmennetaan kosteudenhallinnan toteutumista. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitys edellytetään kaikilta luvanvaraisilta hankkeilta. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä myös tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä, johon rakennushankkeeseen ryhtyvä nimeää pätevän asiantuntijan. Asiantuntijan tehtävänä on valvoa ja ohjata rakennushankkeen kosteudenhallinnan toteutumista koko rakennusprosessin ajan. Kosteudenhallinnan onnistumisen kannalta on suositeltavaa, että asiantuntija on mukana hankkeessa jo hankesuunnitteluvaiheessa. YM:n asetus (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. [www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/)

**Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma:** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma edellytetään kaikilta luvanvaraisilta hankkeilta. Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Käytännössä työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatii pääurakoitsija ja vastaava työnjohtaja voi osallistua työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laadintaan. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältöön sovelletaan rakentamisen suunnitelmista ja selvityksistä annetun ympäristöministeriön asetuksen (216/2015) 15 §:ää. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä. Rakennusvaiheen vastuuhenkilöillä tarkoitetaan kosteudenhallinnan osalta sellaisia henkilöitä, jotka rakennushankkeen eri vaiheissa vastaavat muun muassa työmaan kosteudenhallinnan toteutumisesta ja valvovat kosteusteknisii työnsuorituksia ja tarkastavat eri työvaiheet. YM:n asetus (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. [www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/)

**Pölyn- ja puhtaudenhallinta:** Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tarvittavan purku- ja suojaussuunnitelman sisällöstä on säädetty ympäristöministeriön asetuksessa (216/2015) rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 14 §:ssä. Rakennustöiden puhtausluokitus P1 ja P2 on esitetty Sisäilmastoluokituksessa 2008, joka on uudistumassa vuonna 2018. Ilmanvaihtojärjestelmien puhtaudenhallintaan on säädetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, mikä on muuttunut ympäristöministeriön asetukseksi uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta 20.12.2017 ja on voimassa 1.12.2018. Korjaussuunnittelijan tulee määrittellä urakalaskenta-asiakirjoihin liitettävät työmaan pölyn- ja puhtaudenhallintaa koskevat vaatimukset ja ohjeet, joista käytetään myös nimitystä pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja. Valtioneuvoston asetuksessa (205/2009) rakennustyön turvallisuuteen liittyen on säädetty, että rakennuttajan on nimettävä jokaiseen rakennushankkeeseen hankkeen vaativuutta vastaava turvallisuuskoordinaattori. Turvallisuuskoordinaattorin työtehtäviin voidaan sisällyttää rakennushankkeen puhtaudenhallintakoordinaattorin tehtävät, henkilön pätevyydestä riippuen. Urakoitsijan on laadittava vaatimuksiin ja ohjeisiin pohjautuen yksityiskohtainen pölyn- ja puhtaudenhallintasuunnitelma työmaatoteutusta varten. Ratu-kortissa 1225-S on annettu suunnitteluohjeita rakennustyön pölyntorjuntaan sekä korjaus- ja uudisrakentamisen suunnittelu- ja toteutusvaiheiden pölyntorjuntaan.

**Sisäilmaryhmä:** Eri alojen asiantuntijoista, kiinteistönomistajan ja tilan käyttäjien edustajista koostuva työryhmä, jonka tehtävänä on suunnitella ja koordinoida sisäilmasto-ongelmien ratkaisuprosessia sekä arvioida selvitysten tuloksia tarvittavine toimenpiteineen. Sisäilmaryhmä suunnittelee ja huolehtii myös prosessin aikana viestinnästä eri osapuolille. Lisäksi useissa kunnissa ja suurissa organisaatioissa on koordinoiva sisäilmaryhmä, jolla on yleensä etenkin ohjauksellisia tehtäviä, kuten selvitys- ja viestintäohjeiden laatimista, kouluttamista ja prosessien seurantaa.

# 1. Johdanto

Työ- ja asuintilojen terveydellisistä oloista säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL)[1], laissa maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta (41/2014)[2], terveydensuojelulaissa (763/1994)[3] ja sen muuttamisesta säädetyssä laissa (1237/2014)[4] sekä työturvallisuuslaissa (738/2002)[5]. Lakien tavoitteena on varmistaa, että työ- ja oleskelutilat ovat terveelliset ja turvalliset käyttäjille rakennuksen koko elinkaaren ajan. Rakennukset, joissa on todettu aiheutuvan terveyshaittaa tilojen käyttäjille, tulee korjata rakennukselle asetetun käyttöikätaavoitteen ja käyttötarkoituksen mukaisesti tai tilojen käytöstä tulee luopua.

Kosteusvaurio- ja sisäilmaongelmakorjausten suunnitteluvaiheessa on oleellista huomioida korjausratkaisun mahdolliset sisäilman laatuun vaikuttavat riskitekijät, korjausten laadunvarmistus ja onnistumisen seuranta suhteessa korjauksilla tavoiteltavaan käyttöikään. Se vaihtelee peruskorjauksessa tavoiteltavasta useiden kymmenien vuosien käyttöikästä aina yksittäisten kuukausien tai vuosien käyttöikätaavoitteeseen. Monet rakennukset vaativat lyhyen aikavälin korjaustoimenpiteitä, kunnes tilojen käytöstä luovutaan tai rakennuksessa tehdään peruskorjaus.

Ympäristöministeriön asetuksen 216/2015 perusteella kosteusvaurion korjaussuunnitelmaan on sisällytettävä tieto toimenpiteistä, joilla kosteusvaurion aiheuttama haitta tai sen vaikutus sisäilmaan ja käyttäjiin poistetaan sekä tieto korjatun rakenteen tai järjestelmän toimimisesta suunnitellun käyttöiän ajan. Koska korjausratkaisujen terveellisyden arviointiin ei ole ollut arviointimallia tai selkeää ohjeistusta, niin siihen pyrittiin tässä hankkeessa löytämään ratkaisu. Työsuojelurahaston tukeman hankkeen tavoitteena oli kehittää korjaushankkeeseen arviointimalli, jonka avulla voidaan määritellä käyttöikätaavoitteeltaan erilaisten korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyyttä sekä korjausratkaisuun liittyviä laadunvarmistus- ja tilojen käytön aikaisen seurannan tarpeita. Tässä hankkeessa esitettyä arviointimallia voidaan käyttää asetuksessa (216/2015) vaadittavan selvityksen laatimiseen. Arviointimallin lähtökohtana on, että rakennuksen käyttöikätaavoite ja korjausten jälkeinen altistumisolosuhteen tavoitetaso määrittävät yhdessä riittävät korjaustarpeet tavoitteisiin pääsemiseksi [6].

## 2. Kosteusvaurion korjaustyön erityisalan asiantuntijoiden pätevyudet

Maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain muutosten [2, 4] nojalla annetuissa asetuksissa ja ohjeissa on pätevyysvaatimuksia kosteusvaurioituneiden ja sisäilmaongelmaisten rakennusten tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa työskenteleville asiantuntijoille. Kaikkien kosteusvaurion korjaustyön erityisalan asiantuntijoiden osaamisvaatimukset koostuvat samoista aihekokonaisuuksista, mutta osaamisen vaadittava laajuus vaihtelee työnkuvan tuoman tarpeen mukaan. Tämän järjestelmän pohjana on ollut kolmen ministeriön (Kosteus- ja hometalkoot YM ja STM, OKM) rahoittaman kahden kehityshankkeen tulokset, jotka on esitetty loppuraportissa Terveiden talojen erikoisjoukkojen koulutusten tilanne 2016 ja ohjeelliset opintosuunnitelmat. <http://www.hometalkoot.fi/file/15936.pdf>

### 2.1 Kuntotutkijoiden pätevyysvaatimukset

Kosteusvaurion tutkimusvaiheen erityisalan nimikkeitä ovat rakennusterveysasiantuntija (RTA) ja sisäilma-asiantuntija (SISA) sekä kosteusvaurion kuntotutkija (KVKT). Kosteusvaurionkuntotutkijan, tutkintoalan vaatimus on talonrakennus, pätevyden myöntää FISE Oy ja RTA- ja SISA- pätevyudet on myöntänyt VTT. Kaupan vahvistamisen jälkeen vuoden 2018 ensimmäisellä neljänneksellä VTT Expert Services Oy jatkaa Eurofins Scientific Groupissa sertifiointi- ja tuotehyväksyntä-, testaus- ja tarkastus-, asiantuntija- ja kalibroitopalveluiden tarjoamista ja kehittämistä. Akkreditoinnit ja ulkoiset valtuutukset siirtyvät kaupassa. RTA:n tutkinnon osalta pätevyysvaatimuksena on talonrakennus- tai LVI-alan, luonnontieteiden, ympäristötieteiden ja ympäristöterveyden alan korkeakoulu tai aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai aiempi tekniikan tutkinto sekä pätevyysvalmentava lisäkoulutus. SISA:n tutkintovaatimus on luonnontieteiden, ympäristötieteiden tai ympäristöterveyden alalta [7].

Rakennusten asbesti- ja haitta-ainetutkimuksen tekijältä edellytetään Valtioneuvoston asbestityön

turvallisuutta käsittelevässä asetuksessa (25.6.2015/789 7§) [8] riittävää perehtyneisyyttä, mikä tarkoittaa sertifioitua asbesti- ja haitta-aine-asiantuntijan (AHA) tai muuta vastaavaa pätevyyttä.

Talotekniikkajärjestelmien kuntotutkijalla tulisi olla LVI-tekniikassa tai energiatekniikassa suoritettu korkeakoulututkinto tai aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto tai aiempi teknikon tai sitä vastaava tutkinto. Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkijan (IV) sekä lämmitys-, vesi- ja viemärintijärjestelmien kuntotutkijan (LVV) pätevyyttä voi hakea FISE Oy:n kautta.

## **2.2 Kosteusvauriokorjaustyön suunnittelijan sekä työnjohtajan pätevyysvaatimukset**

Kosteusvauriokorjaustyövaiheen erityisalan nimikkeitä ovat kosteusvauriokorjaustyön suunnittelija (KVKS) sekä työnjohtaja (KVKTJ), joiden pätevyyden myöntää FISE Oy. Tutkinnon osalta pätevyysvaatimuksena on talonrakennusalan korkeakoulu- tai aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai aiempi teknikon tutkinto sekä pätevyyteen valmentava lisäkoulutus [10, 11]. Ilmanvaihdon suunnittelutehtävien vaativuusluokat ja niitä vastaavat suunnittelijan pätevyysvaatimukset on esitetty valtioneuvoston asetuksessa rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä [10].

Rakennusfysikaalisten ja kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävien vaativuudelle on määritetty vaativuusluokat, jotka ovat tavanomainen, vaativa sekä poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä. Suunnittelutehtävien vaativuusluokat on esitetty maankäyttö- ja rakennuslain 120 d § ja sen nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista sekä suunnittelijalta vaadittavasta pätevyydestä vaatimusluokittain [10]. Rakennusfysikaalisten suunnittelutehtävien ja kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävien vaativuusluokat sekä suunnittelijan pätevyysluokat on esitetty ympäristöministeriön ohjeessa YM1/601/2015 [11].

## **2.3 Korjaustyövaiheen kosteudenhallinnasta vastaavat henkilöt**

Eduskunta edellytti (EK 5/2013 vp) hallituksen ryhtyvän toimenpiteisiin rakennustyömaiden kosteudenhallinnan parantamiseksi. Hallituksen on luotava ohjeistus rakennushankekohtaiselle kosteudenhallintasuunnitelmalle, jonka liittämisestä osaksi rakennushankkeen tarjouspyyntöä muodostuisi luonteva ja vaikiintunut käytäntö. Rakentamismääräyskokoelman osa C (kosteus) on päivitetty uuteen ympäristöministeriön asetukseen (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, joka on julkaistu 24.11.2017. Tässä rakennushankekohtainen kosteudenhallintasuunnitelma on nimetty rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseksi ja työmaalle on tehtävä työmaan kosteudenhallintasuunnitelma. Asetus tuli voimaan 1.1.2018 alkaen. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän ei tarvitse itse laatia kosteudenhallintaselvitystä, vaan ryhtyvä voi teettää selvityksen pätevällä asiantuntijalla. Tarkoituksena on, että rakennushankkeeseen ryhtyvä asettaa vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa ja määrittelee kosteudenhallinnalle haluttavan laadun tavoitetason. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä myös tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä, johon rakennushankkeeseen ryhtyvä nimeää pätevän asiantuntijan. Asiantuntijan tehtävänä on valvoa ja ohjata rakennushankkeen kosteudenhallinnan toteutumista koko rakennusprosessin ajan. YM:n asetus (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Tarkoituksena on, että vastaava työnjohtaja huolehtii siitä, että työmaan kosteudenhallintasuunnitelma on laadittu viimeistään työmaatoteutuksen alkaessa. Käytännössä työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatii pääurakoitsija. Vastaava työnjohtaja voi osallistua työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laadintaan. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä. Rakennusvaiheen vastuuhenkilöillä tarkoitetaan kosteudenhallinnan osalta sellaisia henkilöitä, jotka rakennushankkeen eri vaiheissa vastaavat muun muassa työmaan kosteudenhallinnan toteutumisesta ja valvovat kosteusteknisiä työnsuorituksia ja tarkastavat eri työvaiheet. Käytännössä työmaan kosteudenhallinnasta

vastaavana henkilönä toimii yleensä vastaava työnjohtaja tai erityisalan työnjohtaja. YM:n asetus (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriön asetuksen (216/2015) 15 §:än mukaan työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä vähintään tieto toimenpiteistä, joilla rakennusaineet ja -tuotteet sekä rakennusosat suojataan sään aiheuttamilta (kastuminen ja jäätyminen) tai työmaan olosuhteista johtuvilta haittavaikutuksilta. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa kirjataan myös toimenpiteet, joilla rakennusaineiden ja -tuotteiden sekä rakennusosien kosteudensuojaus toteutetaan ja rakenteiden kuivuminen ennen pinnoittamista varmistetaan. Lisäksi työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä [6].

Vastaava toimintatapa on esitetty keväällä 2017 julkaistussa rakennushankkeen kosteudenhallintamallissa ”Kuivaketju10”, jossa rakennus- ja suunnitteluvaiheen kosteudenhallinnasta vastaa kosteuskoordinaattori. Koordinaattorin tehtäväksi on esitetty kosteudenhallinnan ohjaaminen ja valvominen koko rakennushankkeen ajan [12].

Tilaa voi päättää kirjataanko rakennushankkeen kosteudenhallinta uuden asetuksen vai yksityiskohtaisemman ”Kuivaketju10”:n mukaiseksi toiminnaksi suunnittelu- ja urakka-asiakirjoihin. Uuden kosteusteknisen asetuksen ja kuivaketju10-mallin mukaisen kosteudenhallinnasta vastaavan koordinaattorin tehtäväkenttä on hyvin laaja ja vaativa. Työ kattaa suunnitteluratkaisujen kosteusteknisen toimivuuden tarkastamisen, työmaan eri rakennusvaiheiden kosteudenhallinnan sekä sen kouluttamisen työmaaorganisaatiolle ja luovutusvaiheessa tilojen käyttäjille [12]. Kosteuskoordinaattorina työskentely vaatii laajaa osaamista sekä rakennusfysiikasta, että rakennus- ja työmaatekniikasta. Vastaavat tiedot ja taidot edellyttävät työkokemusta rakennushankkeen eri työmaavaiheista, kuten myös rakennusfysiikan ja kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävistä.

## 2.4 Korjausvaiheen pölyn- ja puhtaudenhallinnasta vastaavat henkilöt

Rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallinta on laaja kokonaisuus, joka pitää sisällään rakennusaikaisen pölyn- ja puhtaudenhallinnan, loppusiivouksen sekä muuton jälkeen korotetun siivoustason laadunvarmistuksen. Rakennusaikaisesta pölynhallinnasta on säädetty asetuksilla (YM asetus 216/2015, 14 § ja valtioneuvoston asetus 205/2009) rakennustyöntekijöiden altistumista ajatellen, mutta rakennuksen tulevia käyttäjiä huomioivasta puhtaudenhallinnasta on vain ohjeistusta, jonka avulla rakennuttaja voi päästä tavoittelemansa puhtauteen rakennuksen valmistuttua. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi määritellä käyttöön otettavan rakennuksen sisäilmaston tavoite- ja suunnitteluarvot, jotka on esitetty Sisäilmastoluokituksessa 2008 (uudistuu vuonna 2018) [16]. Pölyn- ja puhtaudenhallinnan laatuvaatimukset määritetään hankesuunnittelun aikana, jolloin esimerkiksi päätetään rakennustöiden puhtausluokasta (P1 tai P2).

Ilmanvaihtojärjestelmien puhtauden hallinnasta on säädetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto [17]. Ympäristöministeriö on antanut 20.12.2017 uuden asetuksen *Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta* (voimassa alkaen 1.1.2018). Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti otettava huomioon rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto, mm. kun suunnitellaan rakennustyömaan kosteudenhallintaa ja kun suunnitellaan rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden hallintaa. Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmansuodatuksen taso ulkoilman laadun ja sisäilman laadulle asetettujen tavoitteiden perusteella. Rakennuksen ja sen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava puhdas ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä sekä ennen järjestelmän käyttöönottoa. Sisäilmassa ei saa esiintyä terveydelle haitallisessa määrin hiukkasmaisia epäpuhtauksia, fysikaalisia, kemiallisia tai mikrobiologisia tekijöitä eikä viihtyisyyttä jatkuvasti heikentäviä hajuja.

Valtioneuvoston asetuksen 205/2009 §3:än mukaan rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työnsuorittajan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja sen läheisyydessä oleville henkilöille [14]. Asetuksen mukaan rakennuttajan on



nimettävä jokaiseen rakennushankkeeseen hankkeen vaativuutta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori. Lisäksi em. asetus asettaa vaatimuksia pölynhallinnan suunnittelulle ja toteutukselle sekä velvoittaa tekemään työhygieenisiä mittauksia. Käytännössä tämä tarkoittaa, että työmaiden pölymäärää tulee vähentää ja sen leviäminen ehkäistä.

Korjausrakennushankkeen suunnitteluvaiheessa puhtauden hallinnan ohjauksessa tulee huomioida terveellisyys- ja turvallisuuteen liittyvät kriteerit valittavissa purkutyömenetelmissä ja siihen liittyvissä pölynpoisto- ja ympäristönsuojaustavoissa sekä korjaussuunnitteluratkaisuissa (205/2009) [14]. Korjaussuunnittelijan tulee määritellä urakkalaskenta-asiakirjoihin liitettävät työmaan pölyn- ja puhtaudenhallintaa koskevat vaatimukset, tavoitetasot ja ohjeet, joista käytetään myös nimitystä pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja.

Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tarvitaan lähes aina purku- ja suojaussuunnitelmaa, ja sen sisällöstä on säädetty ympäristöministeriön asetuksen (216/2015) rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 14 §:ssä [15]. Ratu-kortissa 1225-S Pölyntorjunta rakennustyössä (2009) kuvataan menettelyt, joita tarvitaan tavoitteiden toteuttamiseen niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. Kortin lopussa on esitetty liite (Ratu 1225-S, 19), jossa kuvataan, kuinka pölyntorjuntaa voidaan tarkastella sekä työturvallisuus-velvoitteiden että puhtausvaatimusten kautta rakentamisen urakkalaskenta-asiakirjoissa ja sopimuksissa. Rakennusosissa mahdollisesti olevia epäpuhtauksia on esitelty mm. ohjekortissa Haitta-ainetutkimus (RT 18-11244) ja Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku (Ratu 82-0383). Asbestin pölynhallintaan on laadittu ohjekortti vuonna 2009, Asbestia sisältävien rakenteiden purku (Ratu 82-0347), jossa asbestipurkutyön toteutusta ja siihen liittyvää pölynhallintaa on ohjeistettu. Uusimman lakiuudistuksen myötä asbestipurkutyö toteutetaan luvanvaraisena koulutettujen, pätevien henkilöiden toimesta ja siihen kuuluu työalueen toteuttamiseen liittyviä erityisohjeita ja työalueen puhtaaksi osoittaminen purkutyön päätyttyä. Lisäksi asbestikartoitus vaaditaan tehtäväksi aina ennen purkutöitä (Vna 798/2015).

Ratu-kortin 1225-S mukaan purku- ja suojaussuunnitelman sisältöä ohjaavat purettava rakenne, rakennusmateriaalit sekä purkukohteen koko, ottaen huomioon purkutyön vaikutuspiirissä toimivat henkilöt ja kohteen käyttö purkutyön aikana [18]. Urakoitsijan on laadittava työmaatoteutuksesta vaatimuksiin ja ohjeisiin pohjautuen yksityiskohtainen pölyn- ja puhtaudenhallintasuunnitelma, joka liitetään turvallisuusasiakirjaan. Puhtauden hallinnasta vastaava koordinaattori valvoo työmaavaiheen aikana, että korjaussuunnittelijan laatimassa pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirjassa esitetyt tavoitteet toteutuvat. Valvonta vaatii pölyn ja puhtaudenhallintasuunnitelmien toteutuskelpoisuuden arviointia, pölynpoisto- ja ympäristösuojauksen toimivuuden arviointia työmaan eri vaiheissa sekä työmaaolosuhteiden työturvallisuus- ja työterveysvaatimusten täyttymistä. Työmaaolosuhteiden arvioinnissa käytetään tarvittaessa työmaan turvallisuusasiakirjassa määritettyjä mittausten menetelmiä. Puhtauden hallinnasta vastaava koordinaattori valvoo, että tehtyjen korjaustöiden jälkeen korjatut tilat vastaavat tiloille asetettuja puhtausluokkia [18].

### **3. Aineisto ja menetelmät**

#### **3.1 Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus**

Tutkimuskohteiden kosteus- ja sisäilmatekniset kuntotutkimukset on tehty ympäristöministeriön julkaisun ”Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus” (2016) oppaan mukaan [19]. Kuntotutkimuksissa on määritetty rakennusosittain kosteusteknisesti riskialttiit rakenteet, niissä esiintyvät vauriot ja epäpuhtauslähteet sekä niiden laajuus ja vaikutus sisäilman laatuun. Kuntotutkimuksissa on huomioitu ilmanvaihtojärjestelmän toiminta (käyttöaika ja painesuhteet) ja puhtaus sekä ilmamäärien riittävyys. Peruskorjattavissa kohteissa on tehty sekä rakennustekniset että talotekniikkajärjestelmien kuntotutkimukset. Kuntotutkimusten yhteydessä on tehty haitta-ainetutkimukset.

### 3.2 Altistumisolosuhteiden arviointi

Altistumisolosuhteiden arviointi on tehty Työterveyslaitoksen julkaisun ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen” (2017) mukaan [20], jossa rakennukselle tai sen osille määritetään altistumisolosuhtetasot 1 – 4.

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella, jossa on selvitetty rakennusosittain esiintyvät vauriot ja epäpuhtauslähteet sekä niiden vaikutus sisäilman laatuun. Kosteus- ja sisäilmateknisten tutkimusten lisäksi altistumisolosuhteen arvioinnissa huomioidaan ilmanvaihdon toimintakunto ja painesuhteet sekä soveltuvuus tilojen käyttötarkoitukseen [19, 20].

Altistumisolosuhteiden arvioinnin avulla tarkastellaan rakennuksesta, sen järjestelmistä ja tilojen käytöstä sekä toiminnasta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutusta kokonaisvaltaisesti rakennuksen ja sen tilojen altistumisolosuhteisiin. Epäpuhtauslähteen vaikutus rakennuksen altistumisolosuhteisiin määräytyy vaurion tai epäpuhtauslähteen laajuudesta rakenteissa, vauriosta tai epäpuhtauslähteistä olevien vuotoilmareittien merkittävydestä sisäilmaan sekä ilmanvaihtojärjestelmän toimivuudesta ja soveltuvuudesta tilojen käyttötarkoitukseen [20].

Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu seuraavien neljän päätekijän tarkasteluun:

- Rakennusosien mikrobivaurioiden laajuus
- Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot
- Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun
- Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet esim. VOC-yhdisteet ja kuidut

Sisäilmaongelmakohteissa on yleensä useita eritasoisia häiritseviä tekijöitä, joihin kohdistetaan kiireellisyysdeltään erilaisia toimenpiteitä. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään merkittävimmän sisäilman laatua heikentävän vaurion tai epäpuhtauslähteen perusteella. Taulukoissa 1 – 4 esitettyjen tavanomaisesta poikkeavien altistumisolosuhtetasojen kaikkien pääperiaatteiden ei tarvitse täyttyä. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään kerros- tai rakennuskohtaisesti. Yksittäisessä tilassa esiintyvät vauriot tulee huomioida korjaustoimenpiteitä määriteltäessä. Yleensä yksittäisen tilan epäpuhtauslähteen tai vaurion vaikutus sisäilman laatuun on paikallinen ja vähäinen koko rakennuksen tai kerroksen olosuhteisiin, mutta sen vaikutus yksittäiseen tilaan voi olla merkittävä [20].

Altistumisolosuhteiden arvioinnissa arvioidaan tavanomaisesta poikkeavaa olosuhdetta neljäportaisella asteikolla seuraavasti:

- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen (taso 1)
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen (taso 2)
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen (taso 3)
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen (taso 4)

Taulukoissa 1 – 4 on esitetty altistumisolosuhteiden arvioinnin pääperiaatteita, jotka kuvaavat tavanomaisesta poikkeavaa olosuhdetta. Jos rakennuksen altistumisolosuhteeksi on arvioitu tasot 3 tai 4 on aina arvioitava myös toimenpidetarve. Tällöin kohteessa on laaja-alaisia, rakennusosakohtaisia vaurioita sekä epäpuhtauslähteitä, joista on todettu ilmayhteyksiä sisäilmaan [20].

Taulukko 1. Pääperiaatteet olosuhteelle, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen sisäilman epäpuhtauksille on epätodennäköistä.

<b>Tavanomaisesta poikkeava olosuhde on epätodennäköinen, kun</b>
• Rakennuksessa ei ole todettu mikrobivaurioituneita rakenteita
• Epäpuhtauslähteistä ei ole ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutiloihin.
• Tilan akustiikkamateriaaleissa ja ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole mineraalivillakuitulähteitä.
• Käytössä olevat rakennusmateriaalit ja kalusteet ovat M1-luokiteltuja.
• Sisäilman laatu vastaa tilan käyttötarkoitukselle asetettuja toimenpidearvoja sekä viite- ja ohjearvoja.

Taulukko 2. Pääperiaatteet olosuhteelle, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen sisäilman epäpuhtauksille on mahdollista.

<b>Tavanomaista poikkeava olosuhde on mahdollinen, kun</b>
• Rakenteessa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, vauriokorjaukset ovat alle 1 m <sup>2</sup> *
• Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilojen sisäilmaan.
• Tiloissa ja tai ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.*
• Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu paikallisia pinnoitevaurioita (emissiopäästöt). *, **, ***
• Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.*

\*Ongelman laajuus huomioitava altistumisolosuhteiden arvioinnissa (vrt. koko rakennus / kerros / yksittäinen tila).

\*\*Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Merikallio T., Niemi S., Komonen J. 2007.

\*\*\*Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Keinänen H. 2013.

Taulukko 3. Pääperiaatteet olosuhteelle, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen sisäilman epäpuhtauksille on todennäköistä.

<b>Tavanomaista poikkeava olosuhde on todennäköinen, kun</b>
• Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita, korjauslaajuus on merkittävä ja se koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne).
• Vaurioituneista rakenteista tai epäpuhtaammasta tilasta on säännöllisiä ja useita ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilan sisäilmaan.
• Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.*
• Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu laajoja pinnoitevaurioita (emissiopäästöt). *, **, ***
• Rakenteissa on kreosootia, epäpuhtauslähteestä on ilmayhteys sisäilmaan ja työ- tai oleskelutilojen sisäilmassa on kreosoottiin viittaava haju.*
• Sisäilman radonpitoisuudet ylittävät Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt ohjearvot ja säteilyasetuksen toimenpiderajan.*

\*Ongelman laajuus huomioitava altistumisolosuhteiden arvioinnissa (vrt. koko rakennus / kerros / yksittäinen tila).

\*\*Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Merikallio T., Niemi S., Komonen J. 2007.

\*\*\*Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Keinänen H. 2013.



Taulukko 4. Pääperiaatteet olosuhteelle, jossa tavanomaisesta poikkeava altistuminen sisäilman epäpuhtauksille on erittäin todennäköistä.

<b>Tavanomaista poikkeava olosuhde on erittäin todennäköinen, kun</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa (esim. julkisivu, alapohja).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä ovat säännöllisiä ja niitä on useita. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.*</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sisäilman laatu ei täytä rakentamismääräyskokoelma D2:n vähimmäisvaatimuksia sisäilman laadun osalta (muut kuin CO<sub>2</sub>). Mahdolliset epäpuhtauslähteet on todettu ja paikallistettu. **, ***</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittävät ja sisäilman epäpuhtauslähte on todettu ja paikallistettu.**</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteessa on todettu kreosoottia ja siitä on ilmayhteys sisäilmaan. Lisäksi sisäilmassa on todettu viitearvoja suurempia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.**</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tilojen pölynäytteissä on todettu asbestikuituja, ja tiloissa on todettu asbestikuitulähteitä.**</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sisäilman radonpitoisuudet ylittävät Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt ohjearvot ja säteilyasetuksen toimenpiderajan**</li> </ul>

\*RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen

\*\*Ongelman laajuus huomiotava altistumisolosuhteiden arvioinnissa (vrt. koko rakennus / kerros / yksittäinen tila).

\*\*\*Muut D2:ssa esitetyt sisäympäristöön vaikuttavat tekijät arvioidaan tarvittaessa ja kokonaisuuden kanssa erikseen. Arviointitarve määritellään esiselvitysvaiheessa, ennen rakennukseen tehtäviä selvityksiä.

Terveystensuojelulain [3] nojalla annetun asumisterveysasetuksen [7] mukaan asunnon sekä muun oleskelutilan terveydellisiä olosuhteita ja rakennuksessa mahdollisesti esiintyvää terveyshaittaa tulee arvioida kokonaisuutena. Altisteen toimenpiderajaa sovellettaessa on otettava huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto [7,21]. Käytännössä tämä tarkoittaa kattavaa rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta ja sen perusteella tehtävää altistumisolosuhteiden arviointia. Tämän tutkimushankkeen kohteissa asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittyminen vastaa pääsääntöisesti Työterveyslaitoksen toimintamallin mukaisia altistumisolosuhtetasoja 3 tai 4, kun arviointi käsittää koko rakennuksen. Yleensä yksittäisen tilan epäpuhtauslähteen tai vaurion vaikutus sisäilman laatuun on paikallinen ja vähäinen koko rakennuksen tai kerroksen olosuhteisiin. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittyessä tulee myös arvioida toimenpiteet haitan poistamiseksi [7,21].

Korjaushankkeessa on olennaista, että hankesuunnitteluvaiheessa on käytössä kattava kuntotutkimus, arvio altistumisolosuhteluokasta sekä arvio toimenpidetarpeista haitan poistamiseksi [19].

### 3.3 Terveyshaitan arviointi

Terveystensuojelulain alaisissa kohteissa terveyshaitana pidetään pääsääntöisesti toimenpiderajan ylittymistä. Rakennuksessa voidaan todeta olevan terveyshaitta, vaikka tilojen käyttäjillä ei ole havaittu rakennukseen liitettyjä oireita tai olosuhtehaittoja [3,7]. Työturvallisuuslaissa terveyshaitalla tarkoitetaan sekä koettuja oireita ja olosuhtehaittoja että tutkimuksilla todettuja sisäilmaan laatua heikentäviä vaurioita tai haittoja [5].

Terveystensuojelulain alaisissa rakennuksissa terveyshaitan arvioi terveydensuojeluviranomainen ulkopuolisen asiantuntijan tekemän kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella [3, 7]. Kuntotutkimuksen tekijälle on asetettu terveydensuojelulaissa pätevyysvaatimus.

Terveystensuojeluviranomainen voi katsoa asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvän terveyshaittaa, vaikka mikään toimenpideraja ei ylittyisi, jos kuntotutkimuksen perusteella terveyshaitta on todennäköinen. Terveyshaitan arvioinnissa viranomainen voi harkita tapauskohtaisesti, milloin olosuhde aiheuttaa terveyshaittaa ja minkälaiset toimenpiteet ovat terveyshaitan poistamiseksi riittäviä [7, 21].

Työturvallisuuslain (738/2002, 10 §) mukaan työpaikalla tulee tehdä havaittujen haitta- tai vaaratekijöiden terveydellisen merkityksen arviointi. Työnantaja vastaa siitä, että terveydellisen merkityksen arviointiin

käytetään työterveyshuollon asiantuntijoita ja ammattihenkilöitä siten kuin siitä säädetään työterveyshuoltolaissa (1383/2001, 5 §). Työpaikan sisäilmasto-ongelmissa työterveyshuolto arvioi sisäilmasto-ongelmiin perehtyneen työterveyslääkärin johdolla altistumisolosuhteisiin liittyvän haitan ja vaaran terveydellisen merkityksen ja antaa siitä tarvittaessa lausunnon. Haitta- ja vaaratekijöiden mahdollisina terveysvaikutuksina huomioidaan altistumisolosuhteisiin liittyvät sairaudet ja sairastumisen vaara sekä myös muut fyysisen ja henkisen terveyden haitat. Ennen terveydellisen merkityksen arviointia työnantajan on selvitettävä altistumisolosuhteet rakennusterveyteen perehtyneen asiantuntijan johdolla. [5, 9, 19, 27].

Aluehallintovirastojen työsuojelun vastuualueiden työsuojelutarkastajat valvovat, että työnantaja noudattaa lakisääteisiä velvoitteitaan työntekijöiden suojelemiseksi. Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) on antanut sisäilmasto-ongelmia ja lähinnä kosteus- ja homevaurioita varten työsuojeluvalvonnan ohjeita. Tarkastuksen lähestymistapa on kokonaisvaltainen turvallisuuden ja terveellisyyden hallinnan arviointi. Työpaikan tulee itse arvioida ja toteuttaa kosteus- ja homevaurioiden torjumiseksi tarvittavat toimet. [20]

Jos sisäilmasto-ongelman ratkaisu on pitkittynyt ja ongelmanratkaisu ei etene eri toimijoiden yhteistyöstä huolimatta voidaan tilanteesta neuvotella työsuojelu- ja/tai terveydensuojeluviranomaisen kanssa. Tarvittaessa viranomainen on asiassa aloitteellinen. Työsuojeluviranomainen selvittää, mihin toimenpiteisiin työnantaja on ryhtynyt ja onko työnantaja arvioinut sisäilmasto-ongelman vakavuutta ja sen terveydellistä merkitystä. Lisäksi arvioidaan työnantajan toimenpiteiden riittävyyttä, työolojen seurannan järjestelyitä ja työnteon jatkamisen edellytyksiä. [20]

### 3.4 Hankkeen korjauskohteet ja korjausten tavoitteet

Hankkeen korjauskohteina oli seitsemän koulurakennusta, joiden korjauksille oli asetettu erilaiset käyttöikätaavoitteet. Taulukossa 5 on esitetty hankkeen korjauskohteiden taustatietoja. Kohde 1 on jaettu taulukkoon kahteen osaan (1.1 ja 1.2), koska osa rakennuksesta poistetaan käytöstä ja osa peruskorjataan.

Taulukko 5. Tutkimushankkeen korjauskohteiden taustatiedot, kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimusten avulla arvioidut rakennusosakohtaiset laaja-alaiset vauriot sekä altistumisolosuhteet, korjauksilla tavoiteltavat käyttöiät sekä altistumisolosuhteet.

	rakennusvuosi / peruskorjaus	A (brm <sup>2</sup> )	laaja-alaiset vauriot	ennen korjauksia altistumis- olosuhdetaso	LVI- perus- korjaus*	suunniteltu altistumis- olosuhdetaso	suunniteltu käyttöikä (vuosi)
1.1	1965	2050	AP, US	taso 4	ei	taso 3	poistettu käytöstä
1.2	2006	1000	-	taso 2	ei	taso 1	25 – 30
2	1985	3630	AP, US	taso 3	kyllä	taso 1	25 – 30
3.	1985	3250	US, VP	taso 4	ei	taso 2	5 - 10
4.	1963 / 1998	2100	YP, US, AP, MVS	taso 4	ei	taso 3	alle 1
5.	1957 / 1998	3400	MVS, AP, YP	taso 2 - 4	ei	Taso 2-3	1 – 5
6.1	1976 / 2009	7000	MVS, AP /TK	taso 2 - 3	ei	Taso 2	1 – 5
6.2	1976 / 2009	1400	MVS, AP /TK	taso 2 - 3	ei	Taso 2	1 – 5
7.	1953 / 2006	2500	YP, US, VP, AP, MVS	taso 4	kyllä	Taso 1	25 – 30

\*Suunnitelluissa korjauksissa tehdään talotekniikan peruskorjaus (kyllä / ei)  
YP=yläpohja, US=ulkoseinä, AP=alapohja, MVS=KS=maanvastainen seinä, TK= tekniikkakuilu

Liitteissä 1 – 8 on esitetty hankkeen korjauskohteista tehty arvioinnit korjaussuunnitteluratkaisujen mukaisten toimenpiteiden vaikutuksesta korjauskohteiden altistumisolosuhteisiin. Arvioinneissa on määritetty ensin rakennusosittain kosteusteknisesti riskialttiit rakenteet, niissä esiintyvät vauriot, vaurioiden syyt ja epäpuhtauslähteet sekä niiden laajuus ja vaikutus sisäilman laatuun. Arvioinneissa on huomioitu ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja puhtaus sekä ilmamäärien riittävyys tilojen käyttötarkoitukseen. Kosteus- ja sisäilmateknisten kuntotutkimusten perusteella on tehty altistumisolosuhteen arviointi ennen korjauksia.

Liitteiden 1 – 8 kohdekohtaisissa arvioinneissa on esitetty suunnitteluratkaisut, joilla tavoiteltu altistumisolosuhte saavutetaan ja pidetään koko käyttöiän ajan. Arvioinneissa on esitetty korjausten laadunvarmistusmenetelmät, rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen sekä niiden hallintakeinot ja tilojen käytön aikainen seurantasuunnitelma.

### 3.5 Kohteiden korjausten kustannusarviot

Esimerkkikohteiden korjausten kustannuksia tarkasteltiin kohteissa 1 - 6 toteutuneiden korjauskustannusten mukaan. Kohteesta 1.2 ei ollut kustannuslaskentatietoja käytettävissä. Kohteen 7 osalta korjauskustannuksista oli käytössä hankesuunnitteluvaiheen kustannusarvio, joka oli laadittu luonnossuunnitelmien perusteella. Kohteen 7 korjauskustannukset sisältävät myös LVIS-tekniikan kokonaan uusimisen, jonka osuus taulukossa 6 esitetystä kustannuksesta on noin 780 000 euroa.

Kohteiden 1.1 ja 4 tilojen käytöstä on luovuttu. Kustannuslaskennassa on käytetty näiden kohteiden käyttöikäniä kuitenkin yhtä vuotta. Päätös käytöstä luopumiseen on tehty kuntotutkimuksen perusteella ja kuntotutkimuksen kustannukset on näiden kohteiden osalta huomioitu taulukossa. Kyseisten kohteiden purkukustannuksia ei ole huomioitu taulukossa, jotta kustannukset olisivat vertailukelpoisia.

Taulukossa 6 on esitetty esimerkkikohteiden korjauskustannukset, korjausten tavoiteltava käyttöikä sekä kohteen laajuus. Näiden perusteella on määritetty laskennallinen korjauskustannus /käyttöikävuosi [€/brm<sup>2</sup> / v]. Liitteissä 1-8 on esitetty kohdekohtaisesti korjaussuunnitteluratkaisujen tarkemmat periaatteet.

Taulukko 6. Esimerkkikohteiden korjauskustannukset suhteutettuina rakennuksen kokoon ja korjauksen tavoiteltavaan käyttöikäni. Korjausten kiireellisyys määräytyy altistumisolosuhtetasosta ennen korjaustoimenpiteitä.

	kokonais- kustannukset (KT+KS+TOT) (euroa)	A, brm <sup>2</sup>	tavoiteltava käyttöikä (vuosi)	kustannukset (€ / brm <sup>2</sup> )	kustannukset (€ / brm <sup>2</sup> / a)	altistumis- olosuhde- taso ennen korjauksia**	suunniteltu altistumis- olosuhde- taso
1.1	15 000 (vain KT)	2050	alle 1	7,3	7,3	taso 4	taso 3
1.2	-	1000	25-30	-	-	taso 2	taso 1
2.	1 266 000	3630	25-30	348,8	11,6... 14,0	taso 3	taso 1
3.	200 000	3250	5-10	61,5	6,15... 12,3	taso 4	taso 2
4.	20 000 (vain KT)	2100	alle 1	9,5	9,5	taso 4	taso 3*
5.	80 000	3400	max. 5 vuotta	23,5	4,8	taso 3 – 4	taso 2-3
6.1	205 000	8400	max. 5 vuotta	22,5	4,5	taso 3	taso 2
6.2	22 000	940	max. 5 vuotta	22,5	4,5	taso 3	taso 2
7.	3 500 000	1432	25 - 30	2440	81,5... 98,0	taso 4	taso 1

KT = kuntotutkimus, KS = korjaussuunnittelu, TOT = toteutus

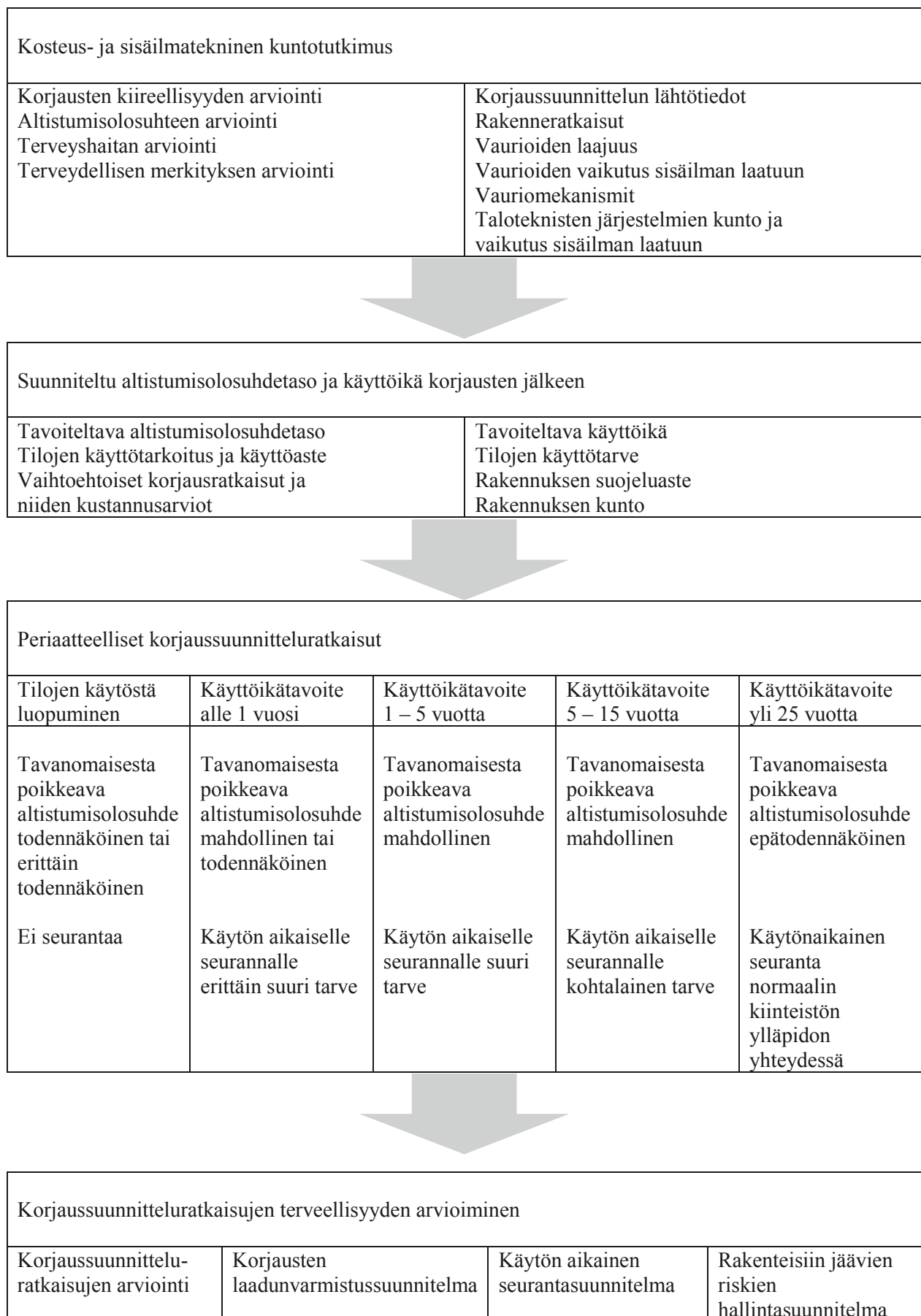
\* tilat poistetaan käytöstä

\*\* Jos altistumisolosuhtetaso on 3 tai 4, korjaustoimenpiteet ovat kiireellisiä haitan poistamiseksi

## 4. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyden arviointimalli

Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyden arviointimalli on tarkoitettu korjaushankkeessa työskentelevien osapuolten käyttöön hanke- ja toteutussuunnitteluvaiheessa. Kaaviossa 1 on esitetty korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyden arviointimenetelmän eri vaiheet.

Kaavio 1. Kaavio korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyysarviointimenetelmän eri vaiheista.



Maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain muutosten [2, 4] nojalla annetuissa asetuksissa ja ohjeissa on pätevyysvaatimuksia kosteusvaurioituneiden ja sisäilmaongelmaisten rakennusten tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa työskenteleville asiantuntijoille. Taulukossa 7 esitetään korjaushankkeen eri vaiheissa korjaussuunnitelmien terveellisuuden arviointiin osallistuvien asiantuntijoiden työtehtävät ja pätevyysvaatimukset.

Taulukko 7. Kosteus- ja homevaurioiden korjaussuunnittelun eri vaiheissa työskentelevien asiantuntijoiden työtehtävät ja niihin vaadittavat pätevydet.

	Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus	Hanke- ja toteutussuunnittelu
Sisäilmaselvitys	RTA, SISA	
Kosteustekninen kuntotutkimus	KVKT, RTA*	
Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus	RTA, KVKT + SISA	
Haitta-ainetutkimus	AHA <sup>1</sup>	
Talotekniikan kuntotutkimus	LVV, IV	
Altistumisolosuhteen arviointi	RTA, SISA + KVKT	
Terveystilanteen arviointi	TySV, TTH, TSV	
Korjaussuunnittelu, rakennetekniikka		KVKS
Korjaussuunnittelu, talotekniikka		IV, KVV
Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisuuden arviointi		KVKS, KVKT, RTA*
Korjausten laadunvarmennus ja niiden suunnittelu		KVKS, KVKT, RTA*
Kosteudenhallintaselvitys		KVKS
Rakennushankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaava henkilö (Kosteudenhallintakoordinaattori)		KVKS, KVKTJ, KVKT, RTA*
Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma		KVKTJ
Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja		KVKS
Rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallinnasta vastaava henkilö (Puhtaudenhallintakoordinaattori)		KVKTJ, KVKT, RTA*
Seurantasuunnitelma		KVKS, RTA*
Tilojen käytön aikainen seuranta		RTA, KVKT, SISA

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkija ja suunnittelija = IV

Vesi- ja viemärilaitteiston suunnittelija = KVV

Lämmitys-, vesi- ja viemärijärjestelmien kuntotutkija = LVV

Asbesti- ja haitta-aineasiantuntija = AHA

Sisäilma-asiantuntija = SISA

Kosteusvaurion kuntotutkija = KVKT

Kosteusvaurion korjaustyönjohtaja = KVKTJ

Rakennusterveysasiantuntija = RTA

Kosteusvaurion korjaussuunnittelija = KVKS

Työterveyshuolto = TTH

Terveydensuojeluviranomainen = TSV

Työsuojeluviranomainen = TySV

RTA\* = talonrakennusalan peruskoulutuksen omaava rakennusterveysasiantuntija

<sup>1</sup>AVI:n hyväksymä muu riittävä pätevyys esim. RTA\*

#### 4.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksen olennainen sisältö on hankkeen tavoitteiden ja laajuuden määrittely ja kustannusennuste. Tarveselvitysvaiheessa kiinteistön omistaja määrittelee rakennukselle käyttöikätaavoitteen sekä tilojen

käyttötarkoituksen. Jotta rakennuksen korjaussuunnittelu voidaan aloittaa, tulee rakennukseen tehdä kattava korjaustarveselvitys [22]. Korjaustarveselvityksen tavoitteena on määrittää alustavasti korjausten laajuus sekä tarvittavat lisäselvitystarpeet. Jos korjaustarveselvityksen perusteella päädytään korjaamaan rakennusta, lisäselvitykset tehdään kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen mukaan [19]. Tehtävien tutkimusten laajuus määräytyy myös korjausratkaisuilla tavoiteltavan käyttöiän perusteella.

## **4.2 Hanke- ja toteutussuunnittelu**

Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, johon sisältyy altistumisolosuhteen arviointi. Kosteusvaurion korjaussuunnittelija arvioi ja tarkastaa rakennuksen kunnosta laadittujen selvitysten sisällön ennen hankesuunnitelman laatimista [22]. Hankesuunnitteluvaiheen lopputuloksena on hankesuunnitelma, jonka pohjalta tehdään investointipäätös. Suunnitelmassa määritellään hankkeen toiminnalliset tavoitteet, laajuus- ja kustannustavoitteet sekä alustava aikataulu [22]. Hankesuunnitteluvaiheessa kuntotutkija ja korjaussuunnittelija arvioivat yhdessä kiinteistön omistajan kanssa, voidaanko tilojen käyttöä jatkaa lyhyen aikavälin käyttöä turvaavilla korjaustoimenpiteillä peruskorjaukseen tai rakennuksesta luopumiseen asti. Rakennuksen korjausasteen ja korjausten kustannusarvion perusteella arvioidaan rakennuksen korjauksen kustannustehokkuutta.

Hankesuunnitteluvaiheessa päätetään tavoiteltava altistumisolosuhdetaso sekä korjauksilla tavoiteltava käyttöikä. Niiden perusteella määritellään korjausratkaisut, laadunvarmistusmenetelmät sekä tilojen käytön aikainen seuranta. Korjaussuunnitelmia arvioidaan sisäilman laadun kannalta rakennusosittain huomioiden tavoiteltava altistumisolosuhdetaso sekä suunniteltu käyttöikätaavoite [6]. Suunnittelun lähtökohtana on saavuttaa tiloissa vähintään työturvallisuuslain ja terveydensuojelulain vaatimukset täyttävät työ- ja oleskelutilat. Tällöin asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat eivät ylitä korjatuissa kohteissa ja altistumisolosuhdetaso on pääsääntöisesti tasoa 2 [7, 20].

Toteutussuunnitelmien eri korjausratkaisuilla saavutettavan käyttöiän huomioon ottaville suunnitelmille tehdään arvio korjausten vaikutuksesta altistumisolosuhteisiin, jossa arvioidaan haitan poistumista ja korjaukseen liittyvien riskien merkitystä sisäilman laatuun [6]. Raportin liitteissä 1 – 8 ovat hankkeen kohteille tehdyt arviot korjausten vaikutuksesta altistumisolosuhteisiin.

## **4.3 Korjaussuunnitteluratkaisut rakennuksen eri käyttöikätaavoitteisiin**

Taulukoissa 8 - 11 on esitetty korjausratkaisuja eri käyttöikätaavoitteisiin, korjausratkaisujen laadunvarmistukseen ja seurantaan. Taulukoissa on esitetty tutkimus-, suunnittelu-, laadunvarmistus- ja seurantavaiheista vastaavien asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksia tai pätevyys suosituksia. Taulukon mukaan valituille korjausratkaisuille sekä niihin liittyville laadunvarmistusmenetelmille tehdään kokonaisuuden huomioiva arviointi [6]. Tavoitteena on määrittää, kuinka rakennusosassa todettu haitta tai sen vaikutus on poistettu, mikä altistumisolosuhdetaso korjauksilla saavutetaan ja mitkä ovat korjausratkaisujen onnistumisen riskit. Korjaussuunnitteluvaiheessa on määritettävä korjausratkaisujen perusteella riittävät ja oikea-aikaiset katselmuksat työmaavaiheeseen sekä katselmuksiin osallistuvat henkilöt, millä osaltaan varmistetaan korjausratkaisujen onnistuminen ja toteutuminen suunnitellusti työmaalla. Riskien hallintaan laaditaan seurantasuunnitelma.

Peruskorjauksen korjausratkaisujen pääperiaatteet on esitetty taulukossa 8. Peruskorjauksen lähtökohtana on, että vaurioituneet rakenteet korjataan kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi ja vauriot poistetaan, jolloin tavoiteltava käyttöikä on vähintään 25 vuotta ja tavoiteltava altistumisolosuhdetaso on 1 [20, 22]. Eri rakennusosat sekä talotekniset järjestelmät pyritään korjaamaan käyttöiältään samalle tasolle. Jos vaurion poistaminen rakenteesta ei ole mahdollista, epäpuhtauksien pääsy voidaan estää rakennusosien paikallisista vaurioista tai epäpuhtauslähteistä parantamalla rakenteiden ja liitosten ilmatiiviyttä. Tällöin vuotoilmavirtaukset tulee estää rakenteessa olevasta epäpuhtauslähteestä. Samalla rakennuksen tiiviyttä parannetaan. Vaurioituneiden materiaalien poistoon perustuvan kosteus- ja mikrobivauriokorjauksen vaihtoehtona ei tule käyttää pelkästään rakenteiden tiivistyskorjausta. Tiivistyskorjausten tavoitteena on estää tai vähentää vuotoilmavirtauksia rakenteessa olevasta epäpuhtauslähteestä sisäilmaan. Tiivistyskorjaus ei sovellu kaikille rakenteille. Rakenteita ei saa tiivistää ilman tutkimuksia, suunnittelua,

toteutuksen valvontaa sekä korjausten jälkeistä pitkäaikaissuranta. Rakenteiden ilmatiiviyn parantaminen ei koskaan ole ainoa toimenpide, vaan aina osa muista korjaustoimenpiteistä [23].

Taulukoissa 9 ja 10 on esitetty korjausratkaisuja, joilla rakennuksen käyttöikää jatketaan 1 – 15 vuotta. Korjausratkaisujen tavoitteena on vähentää vuotoilmavirtaukset vaurioituneista rakenteista sisäilmaan [23]. Jos rakenteen sisäpinnoilla tai pintamateriaaleissa on todettu vaurioita, ne tulee poistaa ja materiaalien uudelleen vaurioituminen estää [23]. Tiivistyskorjauksissa vaurioitunut materiaali jää rakenteeseen. Korjauksissa tavoiteltava altistumisolosuhdetaso on tällöin 2.

Alle yhden vuoden käyttöikään tähtäävissä korjauksissa tavoiteltava altistumisolosuhdetaso on 2 tai poikkeuksellisesti taso 3. Korjauksilla tavoiteltava altistumisolosuhdetaso sekä siihen liittyvät korjausten laadunvarmistus ja korjausten seurantamenetelmät tulee hyväksyttävä sisäilmaryhmällä, työterveyshuollolla sekä tarvittaessa kohteen terveyden- tai työsuojeluviranomaisilla. Ennalta määritetty altistumisolosuhdetaso tulee olla hyväksytty tilojen käytön kannalta.

Taulukossa 11 on esitetty korjaustoimenpiteitä rakennuksen lyhytaikaiseen käyttöön (alle yksi vuosi). Korjausten tavoitteena on vähentää vuotoilmavirtauksia rakenteiden epäpuhtauslähteistä. Korjausratkaisuissa joudutaan usein poistamaan käytöstä tiloja, kerroksia tai koko rakennus. Tavoiteltavana altistumisolosuhdetasona on 2 tai 3. Jos kustannustehokkaita käyttöä turvaavia korjaustoimenpiteitä ei ole, suositellaan rakennuksen lyhytaikaisenkin käytön lopettamista. Tarvittaessa terveyden- tai työsuojeluviranomainen voi asettaa rakennuksen käyttökieltoon.



Taulukko 8. Peruskorjauksen korjausratkaisujen pääperiaatteet. Tavoiteltu altistumisolosuhtetaso on 1.

Suunniteltu korjausratkaisu	Vastaava asiantuntija	Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus	Vastaava asiantuntija	Tilojen käytön aikainen seuranta	Vastaava asiantuntija
Rakennusosien peruskorjaus tai -parantaminen kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi. Rakenteissa olevat vauriot ja haitat poistetaan.	KVKS	Purku- ja korjaustyön riittävän laajuuden varmistaminen.	KVKS, KVKT	Seurantasuunnitelma rakennuksen huoltokirjaan.	KVKS
Rakennuksen ilmapuotoluku rakentamismääräyksien edellyttämälle tasolle [24].	KVKS	Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	KVKS KVKS KVKTJ, KVKS	Korjausten onnistumisen seuranta erillisen suunnitelman mukaisesti	RTA, KVKT SISA
Jos rakenteissa olevia paikallisia epäpuhtauksia ei voida poistaa, niiden vaikutus sisäilmaan estetään poistamalla ilmayhteys vauriosta sisäilmaan. Tiiviystaso 1 rakenteen koko käyttöiän [25].	KVKS	Päätetään mallihuoneen koe- ja korjauskohteesta sekä tiivistyskorjauksen laadunvarmistuksesta.  Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma  Materiaalien soveltuvuuden arviointi käyttöikätaivoitteeseen verrattuna	KVKT, RTA*  KVKS  KVKS KVKS KVKTJ, KVKS  KVKS, KVKT	Tiiviystason seuranta erillisen suunnitelman mukaisesti.  Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan.	KVKT, RTA*    KVKS
Talotekniikkajärjestelmien peruskorjaus, järjestelmien käyttöikätaivoite vastaa rakenteille tavoiteltavaa käyttöikää.	IV, KVV, LVV	Talotekniikkajärjestelmien puhtauden varmistaminen ja käyttöönottotarkastukset.	IV, RTA, SISA	Seurantasuunnitelma rakennuksen huoltokirjaan.	IV, LVV, KVV
Sisäilmastoluokituksen mukainen tavoitetaso sisäilman laadulle	IV, KVKS	Sisäilmaston laatuolosuhteiden todentaminen.	RTA, IV		

\* Pölyn ja -puhtaudenhallinta-asiakirjassa nimitetään puhtaudenhallintakoordinaattori

\*\* Kosteudenhallintaselvityksessä nimitetään kosteudenhallintakoordinaattori



Taulukko 9. Korjausratkaisujen periaatteet, joilla rakennuksen käyttöikää jatketaan 5 – 15 vuotta. Tavoiteltu altistumisolosuhdetaso on 2.

Suunniteltu korjausratkaisu	Vastaaja asiantuntija	Suunnitteluvaiheen laadunvarmistus	Vastaava asiantuntija	Tilojen käytön aikainen seuranta	Vastaava asiantuntija
Laaaja-alaisen / koko rakennusosan haittojen tai vaurioiden vaikutus sisäilmaan estetään, poistamalla ilmayhteys vauriosta sisäilmaan. Tiiviytystaso 1 [25].	KVKS	Päätetään mallihuoneen koekorjauksesta sekä tiivistyskorjauksen laadunvarmistuksesta	KVKS, KVKT, RTA*	Tiiviytystason seuranta erillisen suunnitelman mukaisesti	RTA*, KVKT
Vaurioitumattomien rakennusosien tiiveyttä parannetaan tiiviytystasolle 2.	KVKS	Materiaalien soveltuvuuden arviointi käyttöikätaavoitteeseen verrattuna	KVKS, KVKT, RTA*	Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan	KVKS
Laaaja-alaiset, koko rakennusosa koskevat rakenteen sisäpinnalla olevat vauriot poistetaan (esim. laaja-alainen muovimattovaurio)	KVKS	Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	KVKS, KVKS, KVKTJ, KVKS	Korjaustavan perusteella määritetty seuranta.	RTA*, KVKT
Teolliset mineraalikulitlähteet poistetaan	KVKS	Korjausratkaisun tarkastaminen, tavoiteltava käyttöikä vastaa muiden rakennusosien käyttöikää.	KVKT, KVKS, RTA*	Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan	KVKS
Rakennusosien paikalliset vauriot poistetaan tai ilmayhteys vauriosta sisäilmaan estetään, tiiviytystaso 1 [25].	KVKS	Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	KVKS, KVKS, KVKTJ, KVKS		
		Korjausalueen laajuuden määrittäminen	KVKT, KVKS	Tiiviytystason seuranta erillisen suunnitelman mukaisesti	RTA*, KVKT
		tiivistyskorjauksen laadunvarmistus	KVKS, RTA*		
		Korjausratkaisun tarkastaminen, tavoiteltava käyttöikä vastaa muiden rakennusosien käyttöikää.	KVKT, RTA*	Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan	KVKS
		Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	KVKS, KVKS, KVKTJ, KVKS		
Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotus ja ilmamäärien säätäminen tilojen käyttötarkoituksen mukaiseksi	IV	Ilmamäärien mittaus	IV, RTA, SISA	Paine-eron seuranta, paine-eron valvonta- ja hälytysjärjestelmä	IV, KVKT, RTA
IV-järjestelmän käyttöikä vastaa rakenteille tavoiteltavaa käyttöikää. Sisäilmaluokituksen mukainen tavoitetaso	IV	Tilamuuotosten ja -järjestelyjen huomiointi ilmanvaihtojärjestelmän korjauksessa	IV		
		Sisäilmastoon laatuolosuhteiden todentaminen	IV, SISA, RTA		

\* Pölyn ja -puhtaudenhallinta-asiakirjassa nimitetään puhtaudenhallintakoordinaattori

\*\* Kosteudenhallintaselvityksessä nimitetään kosteudenhallintakoordinaattori

Taulukko 10. Korjausratkaisujen periaatteet, joilla rakennuksen käyttöikää jatketaan 1 – 5 vuotta. Tavoiteltu altistumisolosuhtetaso on 2.

Suunniteltu korjausratkaisu	Vastaava asiantuntija	Suunnitteluvaiheen laadunvarmistus	Vastaava asiantuntija	Tilojen käytön aikainen seuranta	Vastaava asiantuntija
Laaaja-alaisen, koko rakennusosaa koskevien haittojen vaikutusta sisäilmaan vähennetään, pienentämällä vuotoilmavirtauksia vauriosta sisäilmaan. Tiivystaso 3 [25].	KVKS	Päätetään mallihuoneen koekorjauksesta sekä tiivistyskorjauksen laadunvarmistuksesta Käytettävien materiaalien soveltuvuuden arviointi käyttöikätaavoitukseen verrattuna. Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	KVKS, KVKT, RTA*  KVKS, KVKT, RTA*  KVKS KVKS KVKTJ, KVKS	Tiivystason seuranta erillisen suunnitelman mukaisesti.  Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan.	RTA*, KVKT   KVKS
Laaaja-alaiset, koko rakennusosaa koskevat rakenteen sisäpinnalla olevat vauriot poistetaan (esim. laaja-alainen muovimattovaurio).	KVKS	Korjauslaajuuden määrittäminen.	KVKS, KVKT	Korjaustavan perusteella määritetty seuranta	RTA*, KVKT
Laaaja-alaiset teolliset mineraalikuulähteet poistetaan.	KVKS	Suunnitelmien tarkastus, tavoiteltava käyttöikä vastaa muiden rakennusosien käyttöikää.  Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	KVKT, RTA*  KVKS KVKS KVKTJ, KVKS	Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan.	KVKS
Rakennusosien paikalliset vauriot korjataan pienentämällä vuotoilmavirtauksia haitasta sisäilmaan. Tiivystaso 3 [25].	KVKS	Paikallisen vaurion vaikutuksen arviointi tilan altistumisolosuhteluokkaan.  Päätetään mallihuoneen koekorjauksesta sekä tiivistyskorjauksen laadunvarmistuksesta	RTA*  RTA*, KVKT	Korjaustavan perusteella määritetty seuranta  Suunnitelma liitetään kiinteistön huoltokirjaan.	RTA*, KVKT  KVKS
Ilmamäärien säätäminen tilojen käyttötarkoituksen perusteella.	IV	Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja* Kosteudenhallintaselvitys** Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma Ilmamäärien mittaus.	KVKS KVKS KVKTJ, K		
Paine-erojen hallinta. Rakennuksen paine-erojen tasapainotus tai lievä ylipaineistus.	IV	Tilamuutosten ja -järjestelyjen huomiointi ilmanvaihtojärjestelmän korjauksessa Paine-eroseurantamittaukset	IV, RTA, SISA  IV  IV, SISA, RTA	Paine-eron seuranta, paine-eron valvonta- ja hälytysjärjestelmä.	IV, KVKT, RTA

\* Pölyn ja -puhtaudenhallinta-asiakirjassa nimetään puhtaudenhallintakoordinaattori

\*\* Kosteudenhallintaselvityksessä nimetään kosteudenhallintakoordinaattori

Taulukko 11. Korjausratkaisujen periaatteet, joilla rakennuksen käyttöikää jatketaan alle yksi vuosi. Tavoiteltu altistumisosuohdetaso on 2 tai 3.

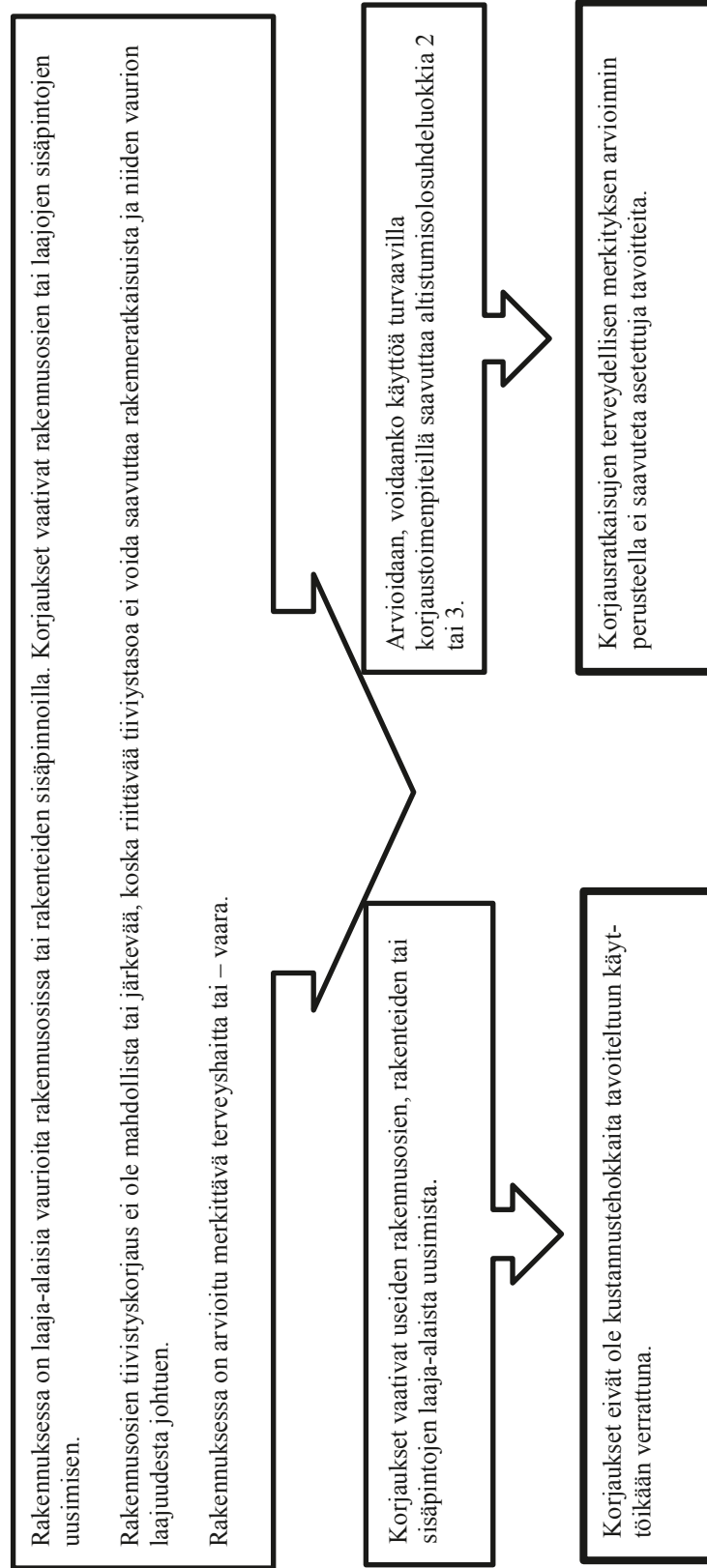
Suunniteltu korjausratkaisu	Vastaaja asiantuntija	Suunnitteluvaiheen laadunvarmistus	Vastaava asiantuntija	Tilojen käytön aikainen seuranta	Vastaava asiantuntija
Rakennusosien, kerrosten tai rakennuksen osien yli- tai alipaineistaminen. Tavoitteena vuotoilmavirtausten pienentäminen vaurioituneista rakenteista sisäilmaan.	KVKS, IV	Rakennusosan alipaineistuskokeet	KVKT, RTA*	Paine-eron seuranta, paine-eron valvonta- ja hälytysjärjestelmä.	IV, KVKT, RTA*
Rakennusosien riittävän tiiveyden varmistaminen, jotta saavutetaan suunniteltu paine-erojen hallinta. Laaja-alaiset teolliset mineraalikulutlähteet poistetaan.	KVKS	Vuotoilmareittien paikantaminen Vuotoilmareittien merkittävyyden arviointi Pölyn- ja puhtaudenhallinta-asiakirja*	KVKT, RTA* KVKT, RTA* KVKS	Paine-eron seuranta, paine-eron valvonta- ja hälytysjärjestelmä.	IV, KVKT, RTA*
Vaihtoehtoisesti yksittäisten tilojen tai kerrosten käyttötarkoituksen muutokset tai käytöstä poistaminen, jos rakenteiden sisäpinoilla tai rakenteissa on todettu laaja-alaisia vaurioita (helposti rajattavia rakennuksen osia, esim. kellari).	KVKS	Tilan tai kerroksen alipaineistuskoe, merkittävien vuotoilmareittien paikantaminen.	KVKT, RTA*	Paine-eron seuranta, paine-eron valvonta- ja hälytysjärjestelmä.	IV, KVKT, RTA*
Ilmamäärien säätäminen tilojen käyttötarkoituksen perusteella. Paine-erojen hallintajärjestelmä eri tilojen sekä ulko- ja sisäilman välillä.	KVKS, IV	Ilmamäärien mittaus ja riittävyyden varmistaminen tilojen käyttötarkoitukseen.	IV, RTA, SISA	Paine-eron seuranta, paine-eron valvonta- ja hälytysjärjestelmä.	IV, KVKT, RTA

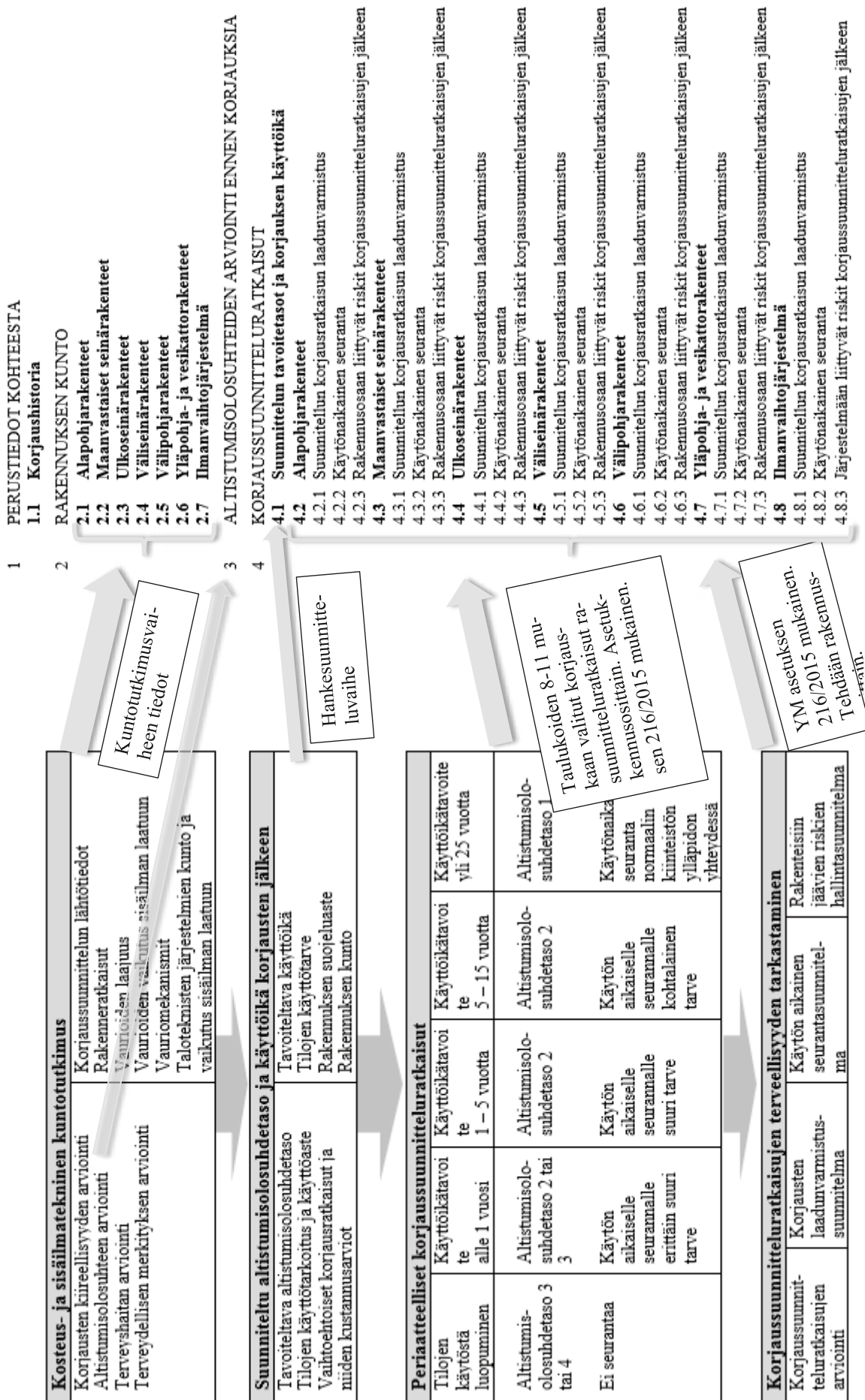
\* Pölyn ja -puhtaudenhallinta-asiakirjassa nimitetään puhtaudenhallintakoordinaattori

#### 4.4 Rakennuksen tai tilan käytöstä luopuminen

Taulukoissa 8 – 11 on esitetty korjausratkaisuja rakennuksen eri käyttöikätaivoiteisiin. Jos korjausratkaisuille ei pystytä saavuttamaan rakennukseen terveellisiä olosuhteita tai korjauskustannukset ovat käyttöikätaivoiteisiin nähden liian korkeat, rakennuksen tai tilan käytöstä luovutaan. Tämä tarkoittaa, että rakennusosissa ja/tai rakenteissa tai niiden sisäpinnoilla on laaja-alaisia korjauksia vaativia vaurioita. Rakennusosien tiivistyskorjaus ei ole aina mahdollista, koska riittävää tiivystystä ei voida saavuttaa rakennusratkaisuista ja vaurioiden laajuudesta johtuen. Kaaviossa 2 on esitetty perusteita rakennuksen käytöstä luopumiselle, kun määrävänä tekijänä on rakennuksessa olevat haitat ja niiden vaikutus sisäilman laatuun.

Kaavio 2. Perusteita rakennuksen käytöstä luopumiselle todetun sisäilmahaitan takia.





Kuva 1. Korjaussuunnitelmien arviointimallin avulla laaditun ja asetuksen 216/2015 mukaisen selvityksen sisältö (oikealla). Liitteissä 1-8 on esitetty esimerkkikorjauskohteiden selvitykset, jotka vastaavat sisällyttään ja rakenteeltaan yllä olevaa kuvaa.



#### 4.5 Sisäilmaryhmän ja työsuojeluorganisaation tehtävät korjausten suunnittelussa, laadunvarmistamisessa ja seurannassa

Sisäilmaryhmässä käsitellään rakennuksen käyttäjien havaintoja, kokemia oireita ja olosuhdehaittoja. Käyttäjien kokemien olosuhteiden seurantaan voidaan käyttää joko sisäilmastokyselyä tai työterveyshuollon haastattelua. Kyselyllä voidaan arvioida korjausten onnistumista noin vuoden jälkeen korjauksista sekä seurata tilannetta rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa [20].

Kiinteistönomistaja huolehtii ja sisäilmaryhmä valvoo rakennuksen huolto- ja seurantatoimenpiteiden toteutumista. Sisäilmaryhmä laatii viestintäsuunnitelman, jolla varmistetaan asianmukainen tiedonsiirto tilojen käyttäjille [26]. Kiinteistönomistaja veloitetaan huolehtimaan, että suunnitellun käyttöiän loputtua varmistetaan rakennuksen käytön turvallisuus uudelleen tai sen käytöstä luovutaan.

Sisäilmaryhmässä tehdään korjausratkaisujen riskiarviointia. Riskiarviointia ohjaavat kosteusvaurion kuntotutkija ja korjaussuunnittelija. Terveyshaitan mahdollisuutta tulee arvioida uudelleen, jos altistumisolosuhtetaso on 3 korjausten jälkeen tai tilojen käyttäjien rakennuksesta johtuvat oireet ja olosuhdehaitat eivät ole korjausten jälkeen vähentyneet. Arvion perusteella päätetään tilojen jatkokäytöstä. Lyhyen aikavälin käyttöä turvaavien korjaustoimenpiteiden onnistumista tulee valvoa sisäilmaryhmässä sekä työterveyshuollossa. Tarvittaessa korjaustapaa ja -laajuutta muutetaan tai rakenteiden tiiviystasoa parannetaan tai tilojen käytöstä luovutaan.

Työsuojelutoimikunta seuraa sisäilman terveellisyyttä koko organisaation osalta ja tekee tarvittaessa esityksiä toimenpiteistä. Se voi hoitaa myös sisäilmaryhmän tehtäviä, jos työpaikan toiminnan laajuus on sellainen, että erillistä ryhmää ei ole tarpeen perustaa. [28]

Työsuojeluvaltuutettu on työntekijöiden edustaja, jonka tehtävänä on tarkkailla työpaikkojen sisäilmaston tilaa, tehdä aloitteita sisäilmaprosessien käynnistämiseen sekä vauhdittaa niitä, jos asiat eivät etene suunnitelmien mukaan. Mikäli työnantaja laiminlyö velvollisuutensa suojella työntekijää altistumiselta, voi työsuojeluvaltuutettu viimeisenä keinona keskeyttää työskentelyn ongelmaisessa työtilassa. [28]

Työsuojelutarkastaja tekee työpaikoille tarkastuksia sekä omasta että työpaikan henkilöstön aloitteesta. Työsuojelutarkastuksessa on aina mukana vähintään työsuojelupäällikkö/ työnantajan edustaja ja työsuojeluvaltuutettu/ työntekijöiden edustaja. Työpaikalla jo todetun sisäilmaongelman osalta tarkastaja selvittää, mihin toimenpiteisiin työnantaja on ryhtynyt, ja ovatko toimet riittäviä. Tarkastaja arvioi myös työterveyshuollon hyödyntämistä ja työntekijöiden terveyden vaarantumista sekä työnteon jatkamisen edellytyksiä. [28]

Tarkastaja antaa työnantajalle toimintaohjeita ja/tai kehotuksen, miten työnantajan tulee toimia havaitun epäkohdan korjaamiseksi. Puutteiden korjaamista valvotaan jälkitarkastuksin. Työsuojeluviranomainen voi määrätä työpaikalle uhkasakon, jos työnantaja ei ryhdy riittäviin toimenpiteisiin, tai käyttökiellon, jos työpaikan olosuhteet aiheuttavat työntekijälle hengen tai terveyden menettämisen vaaran. Aluehallintoviraston työsuojelun vastuualueella työskentelevät työsuojelutarkastajat antavat työpaikalle pyynnöstä ohjeita ja neuvoja myös ilman työpaikalle tehtävää tarkastusta. [28]

Jos sisäilmasto-ongelman ratkaisu on pitkittynyt ja ongelmanratkaisu ei etene eri toimijoiden yhteistyöstä huolimatta voidaan tilanteesta neuvotella työsuojelu- ja/tai terveydensuojeluviranomaisen kanssa. Tarvittaessa viranomainen on asiassa aloitteellinen. [20]

Muutoin onnistuneeksi todetun korjauksen seurantatutkimusten tulokset voivat joskus olla oireiden vähentymisen ja poistumisen kannalta osittain negatiivisia. Varsinkin kosteus- ja homevaurioille pitkään altistuneiden henkilöiden osalta voi tulla kyseeseen ajan myötä hankittu oirekuva, ympäristöherkkyys. Heillä voi tutkimusten mukaan (Sainio ja Karvala, 2017) olla oireita erilaisista ympäristötekijöistä altistumistasoilla, joilla

ei ole tunnettuja terveysvaikutuksia ja jotka eivät aiheuta oireita pääosassa väestöä. Ympäristöherkkyys kehittyy fysiologisena stressivasteena koettuun uhkaan ja sen taustalla voi olla monenlaista kuormitusta ja yksilöllistä alttiutta. Lisäksi huolestuneisuus ympäristötekijöiden terveydellisistä haittavaikutuksista esiintyy sisäilmaan liittyvässä oireilu-herkkyudessa. Altisteiden välttämiskäyttäytymisen ja oireiluerkkyuden purkamisen todetaan olevan pitkän prosessin. [29]

## 5. Johtopäätökset

Hankkeen kohteiden korjaussuunnittelua ei voi tehdä kattavasti, jos kuntotutkimuksen tilausvaiheessa on tehty rajauksia tai kuntotutkimukset ovat puutteellisia. Korjauskohteiden suunnitteluvaiheessa riittävän laaja-alaiset kosteus- ja sisäilmatekniset kuntotutkimukset ovat välttämättömiä valittaessa korjaussuunnitteluratkaisuja sekä määritettäessä korjauslaajuutta.

Kuntotutkimusten laajuus voi määräytyä myös rakennuksen käyttöikätaavoitteen perusteella. Peruskorjauksen hankesuunnittelun lähtötiedoksi tehtävän kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tulee kattaa kaikki rakennusosien rakenneratkaisut. Kuntotutkimuksissa tulee arvioida eri rakenneratkaisujen ja materiaalien kosteusteknistä toimivuutta sekä jäljellä olevaa käyttöikää. Peruskorjaukseen tähtäävissä kuntotutkimuksissa tulee aina huomioida myös rakennuksen talotekniikan jäljellä oleva käyttöikä sekä järjestelmien soveltuvuus tilojen käyttötarkoitukseen. Kosteus- ja sisäilmateknisten kuntotutkimusten tavoitteena on selvittää myös rakennuksessa olevat sisäilman laatua heikentävät tekijät sekä lyhyen aikavälin käyttöä turvaavat toimenpidetarpeet ennen rakennuksen peruskorjausta tai käytöstä kokonaan luopumista.

Myös lyhyeen käyttöikään tähtäävien korjausten kosteus- ja sisäilmateknisten kuntotutkimusten tavoitteena on selvittää mahdollisimman kattavasti rakenteissa olevat haitat ja kuinka niiden vaikutusta sisäilman laatuun voidaan vähentää tai estää. Lyhyen aikavälin korjauksissa rakennuksen paine-erojen hallinta on aina tärkeää. Kosteus- ja sisäilmateknisten kuntotutkimusten perusteella tulee arvioida lyhyen aikavälin korjausratkaisujen kustannustehokkuutta sekä toteutusmahdollisuuksia. Kaikille rakenneratkaisuille ei ole mahdollista tehdä riittävän kattavia ja kustannustehokkaita korjaustoimenpiteitä, joilla voidaan varmistaa riittävän hyvä sisäilman laatu rakennuksen tavoiteltavan käyttöiän ajan.

Varsinkin lyhyeen käyttöikään tähtäävissä korjausratkaisuissa rakenteissa todettua haittaa ei yleensä poisteta vaan korjauksilla estetään tai vähennetään vuotoilmavirtauksia todetusta haitasta sisäilmaan. Korjausratkaisua valittaessa on suunnitteluvaiheessa arvioitava korjausratkaisuun liittyvät riskitekijät. Lopullinen korjausratkaisu voi määräytyä vasta työmaavaiheessa purkutöiden ja/tai mallihuoneen koekorjausten jälkeen. Laadunvarmistus sekä käytönaikainen seuranta ovat tärkeitä korjauksissa, joissa rakennetta ei korjata kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi eikä todettua haittaa poisteta rakenteesta. Tällaisia korjausratkaisuja ovat rakenteiden, rakennuksen osien tai rakennusosien alipaineistaminen sekä erilaiset tiivistyskorjaukset. Lyhyeen käyttöikään tähtäävillä laaja-alaisilla tiivistyskorjauksilla ei päästä kustannustehokkaasti RT-kortissa 14-11197 esitettyyn tiiviystasoon 1 (täysin tiivis), koska rakenteiden tiivistäminen täysin tiiviiksi vaatii yleensä mittavia purkutoimenpiteitä sekä kalliita tiivistyskorjausmenetelmiä [25].

Hankkeen korjauskohteissa tehtiin korjausratkaisujen kustannusvertailua suhteessa korjauksilla tavoiteltavaan käyttöikään. Vertailussa havaittiin, että eri kohteiden korjausmenetelmät ja kustannusarviot eivät ole suoraan vertailukelpoisia, vaikka tavoiteltava käyttöikä ja altistumisolosuhdetaso olisivat samoja. Korjausratkaisuilla tavoiteltavan altistumisolosuhdetason saavuttamiseen vaaditaan kohdekohtaisesti eritasoisia korjausratkaisuja, jotka riippuvat kohteen alkuperäisistä rakenneratkaisuista, vaurioiden laajuudesta, korjattavien rakenteiden saavutettavuudesta sekä rakennuksen / korjattavien rakenteiden geometriasta. Yksittäisen rakennuksen korjauksen toteuttamiseen sekä siinä tavoiteltavaan käyttöikään vaikuttavat lisäksi myös rakennukseen mahdollisesti jo aiemmin tehdyt investoinnit (korjauskustannukset), tulevat ylläpitokustannukset sekä tilojen toiminnallisuus. Rakennuksesta koituvia kustannuksia tulee tarkastella pidemmällä aikavälillä kuin vain korjauksilla tavoiteltavan käyttöiän ajalta.

Korjaussuunnitteluratkaisuihin voi sisältyä erilaisia riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa rakennuksen ylläpitokustannuksiin. Riskitasoon vaikuttaa merkittävästi myös toteutusvaihe, jonka laadunvarmistusta tässä hankkeessa ei ole käsitelty. Kohteissa, joissa tavoiteltu käyttöikä on 1-15 vuotta, joudutaan tekemään laaja-alaisia tiivistyskorjauksia ym. korjauksia, joiden kustannukset ovat merkittäviä verrattuna korjauksilla tavoiteltavaan käyttöikään. Tiivistyskorjauksiin liittyy useita riskitekijöitä, joiden hallinta ja seuranta vaikuttavat rakennuksen ylläpitokustannuksiin. Peruskorjauksessa rakenteet korjataan pääsääntöisesti kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi ja todetut vauriot ja haitat poistetaan rakenteista. Peruskorjauksessa rakenteiden käyttöikää jatketaan yli 25 vuotta ja korjausratkaisuihin jäävien riskitekijöiden on oltava vähäisempiä kuin lyhyen käyttöiän turvaavissa tiivistyskorjauksissa.

Tässä hankkeessa esitettyä korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyysarviointimallia voidaan käyttää maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa asetuksessa (216/2015) vaadittavan selvityksen laatimiseen korjaustoimenpiteiden vaikutuksesta kosteusvaurion aiheuttaman haitan tai sen vaikutuksen poistamiseen ja korjausratkaisun toimivuuden osoittamiseen suunnitellun käyttöiän ajan [6]. Arviointimallilla laadittu selvitys helpottaa kiinteistönomistajaa sekä sisäilmaryhmää muodostamaan kokonaiskuva korjausten vaikutuksesta korjattujen tilojen altistumisolosuhteisiin ja korjausratkaisuihin liittyviin riskeihin ja niiden hallintaan. Selvityksessä laadittava tilojen käytön aikainen seurantasuunnitelma velvoittaa kiinteistönomistajaa huolehtimaan korjausratkaisuihin liittyvästä seurannasta. Selvitystä voidaan hyödyntää sisäilmaryhmässä tilojen käyttäjille suunnatussa viestinnässä sekä tilojen sisäilman laatuun liittyvässä riskien arvioinnissa. Selvitys on myös lähtötietona työsuojelutarkastajan ja työterveyshuollon yhteistyössä tekemälle tai terveystarkastajan tekemälle terveyshaitan poistumisen tai tilojen terveydellisen merkityksen arvioinneille.



## Lähteet

- [1] Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 ja muutokset 2007, 2012 ja 2013.
- [2] Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta (41/2014)
- [3] Terveydensuojelulaki 763/1994.
- [4] Terveydensuojelulain muutos (1237/2014)
- [5] Työturvallisuuslaki 738/2002.
- [6] Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 12.3.2015/16 §
- [7] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015
- [8] Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 25.6.2015/7987 §
- [9] Työterveyshuoltolaki 1383/2001.
- [10] Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä 214/2015.
- [11] Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista YM1/601/2015
- [12] Kuivaketju10-toimintamallin kotisivut. [www.kuivaketju10.fi](http://www.kuivaketju10.fi), päivitetty 7.3.2017
- [13] Ympäristöministeriön asetus (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Ympäristöministeriö. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>
- [14] Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, 205/2009
- [15] Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 12.3.2015/14 §
- [16] Sisäilmastoluokitus 2008, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset, RT 07-10946, LVI 05-10440, KH 27-10422, SIT 05-610065, Ratu 437-T, Rakennustietosäätiö 2008.
- [17] Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet 2012, Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, Ympäristöministeriö, rakennetun ympäristön osasto, 2012
- [18] Pölyntorjunta rakennustyössä, suunnitteluohje RATU 1225-S, Rakennustieto Oy, 2009.
- [19] Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016, Ympäristöministeriö, 2016.
- [20] Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos. 2017.
- [21] Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016. <http://www.valvira.fi/-/asumisterveysasetuksen-soveltamisohjeet>
- [22] Koulurakennus, korjausrakentamisen suunnittelu, RT 96-10983, rakennustietosäätiö 2010.
- [23] Rakenteiden ilmatiivyyden parantaminen sisäilmakorjauksessa, Katariina Laine, Opinnäytetyö, Itä-Suomen yliopisto, 2014
- [24] Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja ohjeet 2012, Suomen rakentamismääräyskokoelma D3, Ympäristöministeriö, rakennetun ympäristön osasto, 2012
- [25] Rakenteiden ilmatiivyyden tarkastelu merkkiainekokein. RT 14-11197, LVI 01410565, KH 90-00577. Rakennustietosäätiö, 2016.
- [26] Selätä sisäilmastokiista – viesti viisaasti. Lahtinen M. Ginström A., Harinen S., Lappalainen S., Tarkka O., Unhola T. Työterveyslaitos, Helsinki 2010.
- [27] Ohje työterveyshuollon toimintaan ja potilasvastaanotolle kun työpaikalla on sisäilmasto-ongelma. Työterveyslaitos. 2017
- [28] Vastuut ja oikeudet sisäilmastoasioissa. Työturvallisuuskeskus. [https://ttk.fi/etusivu\\_\(vanha\)/terveellinen\\_sisailmasto/vastuut\\_ja\\_roolit](https://ttk.fi/etusivu_(vanha)/terveellinen_sisailmasto/vastuut_ja_roolit)
- [29] Markku Sainio ja Kirsi Karvala. Sisäilma ja ympäristöherkkyys. Suomen Lääkärilehti 13/2017 VSK 72. 848-854.

## **Liitteet**

Liite 1. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 1

Liite 2. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 2

Liite 3. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 3

Liite 4. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 4

Liite 5. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 5

Liite 6. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 6.1

Liite 7. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 6.2

Liite 8. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyys arviointi, rakennus 7



## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA .....	3
	1.1 Rajaukset kohteessa .....	3
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
	2.1 Alapohjarakenteet.....	4
	2.2 Sokkelit.....	5
	2.3 Ulkoseinärakenteet.....	5
	2.4 Väliseinärakenteet .....	6
	2.5 Välipohjarakenteet.....	6
	2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....	7
	2.6.1 Alaslaskukatot .....	8
	2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	8
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA .....	9
	3.1 Vanha osa .....	9
	3.2 Laajennusosa .....	9
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT RAKENNUSOSITTAIN .....	9
	4.1 Suunnittelun korjausratkaisun tavoitetasot ja korjausten käyttöikä .....	9
	4.2 Alapohjarakenteet.....	10
	4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	10
	4.2.2 Käytönaikainen seuranta.....	10
	4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
	4.3 Ulkoseinärakenteet.....	11
	4.3.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	11
	4.3.2 Käytönaikainen seuranta.....	11
	4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
	4.4 Sokkelirakenteet.....	11
	4.4.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	11
	4.4.2 Käytönaikainen seuranta.....	12
	4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	12
	4.5 Väliseinärakenteet .....	12
	4.5.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	12
	4.5.2 Käytönaikainen seuranta.....	12
	4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	12
	4.6 Välipohjarakenteet.....	12
	4.6.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	13
	4.6.2 Käytönaikainen seuranta.....	13
	4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	13
	4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....	13
	4.7.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	13
	4.7.2 Käytönaikainen seuranta.....	13
	4.7.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	13
	4.8 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	13
	4.8.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	13
	4.8.2 Käytönaikainen seuranta.....	14
	4.8.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	14

## 1 Perustiedot kohteesta

Alkuperäinen osa koulurakennuksesta on valmistunut vuonna 1965 ja sitä on laajennettu 2006. Alkuperäisestä rakennuksen osasta käytetään jäljempänä nimitystä ”vanhaosa” ja uudemmasta laajennusosasta ”laajennusosa”. Laajennuksen yhteydessä on vanhaan osaan tehty tilamuutoksia sekä pintamateriaalien uusimisia. Molempien osien ilmanvaihto on koneellinen tulo- poistojärjestelmä. Työsaleista ja sosiaali-tiloista on lisäksi poitoilmanvaihtoa huippuimurein. Vanhan osan ilmanvaihtoon on laajennuksen yhteydessä tehty pienimuotoisia parannuksia mm. pesu- ja pukeutumistiloihin. Molemmat rakennusosat ovat kaksikerroksisia. Rakennuksessa on opetustyösaleja, luokka- ja toimistotiloja sekä sosiaali-tiloja pesu- ja pukeutumistiloihin. Vanhan osan pohjoispäädyssä sijaitsee autokorjausten opetushallit.

Vanhalta osalta rakennus on teräsbetonirunkoinen ja paikallarakennettu, ns. pilari-palkki-laatta järjestelmä. Sokkelit ja ensimmäisen kerroksen ulkoseinät ovat teräsbetonirakenteisia ja mineraalivilla lämmöneristettyjä sandwich-elementtejä. Toisen kerroksen julkisivut ovat profiilipeltiä. Porrashuoneiden yläpohjat ovat paikallavalettua teräsbetonia ja työsaleissa teräsbetonirakenteisia TT-laatastoja, muutoin rakennuksen yläpohja on puurakenteinen. Tasakattoisen vesikaton kattovedenpoisto on sisäisellä viemäroinnillä ja vesikaton katteena on bitumikermi.

Laajennusosalta rakennus on teräsbetonirunkoinen ja elementtirakenteinen, ns. pilari-palkki-laatta järjestelmä. Ulkoseinät ovat mineraalivilla lämmöneristettyjä ja julkisivut ovat profiilipeltiä. Ala- ja yläpohja ovat teräsbetonirakenteisia. Sisäpuolisella kattovedenpoistolla varustetun tasakattoisen vesikaton katteena on bitumikermi.

Tilojen käyttäjät ovat kokeneet oireita ja olosuhdehaittoja, joiden on oletettu johtuvan rakennuksesta.

Tämä selvitys perustuu rakennuksessa tehtyyn kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen sekä peruskorjaussuunnitelmiin. Peruskorjauksen suunniteltu tavoiteltava käyttöikä on 25...30 vuotta. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöajan aikana.

Merkittävimmät muutostyöt ja korjaustoimenpiteet.

- Laajennusosan rakentaminen 2006.
- Tilamuutoksia ja pintamateriaalien uusimisia vanhalle osalle 2006.
- Ilmanvaihdon muutoksia vanhalle osalle 2006.

### 1.1 Rajaukset kohteessa

Vanhan osan pohjoispäädyssä sijainneet autokorjausten opetushallit rajattiin tutkimusten ulkopuolelle, koska tilat on päätetty poistaa käytöstä tarpeettomina jo tarveselvitysvaiheessa.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmateknisiä kuntotutkimuksia rakenneosakohtaisesti vuosina 2015...2016. Rakennetutkimuksissa on selvitetty materiaalien mikrobiologista kuntoa ja rakenteiden kosteusteknistä toimintaa. Saatujen tulosten perusteella on altistumisolosuhteiden arviointi tehty Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti. Kohteeseen on tehty lisäksi asbesti ja haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-ainei-

den osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Tutkimusten tuloksia on hyödynnetty rakennuksen rakenteiden peruskorjaussuunnitelmissa 2016.

## 2.1 Alapohjarakenteet

Vanhalla osalla on useita erityyppisiä alapohjarakenteita. Alapohjarakenteiden alapuolella on hiekkatäytöissä betonirakenteisia putkikanaaleita ulkoseinien varsilla.

Putkikanaalien kohdilla alapohjarakenne on noin 9...11 cm vahvuinen maanvarainen teräsbetonilaatta, jonka alla on noin 7 cm sekarakeinen hiekkatäyttö (monttusoraa). Hiekkatäytön alla on putkinaalin kansivalu noin 8 cm. Putkikaanalit on täytetty hienorakeisella hiekalla.

Luokissa alapohjarakenne on 8...9 cm vahvuinen maanvarainen teräsbetonilaatta, joka on muovikalvolla eristetty sementtiliimalla vakautetusta noin 7...12 cm vahvuisesta kevytsorakerroksesta. Kevytsorakerros on myös muovikalvolla eristetty sen alla olevasta erittäin hienojakoisesta hiekkatäytöstä. Luokahuoneiden osalla alapohjien pintamateriaalina on liimaamalla kiinnitetty muovilaatta tai muovimatto.

Työsaleissa ja käytävissä alapohjarakenne on 7...10 cm maanvarainen teräsbetonilaatta. Laatan alla ei ole lämmöneristystä ja täyttö on kivistä sekarakeista monttusoraa. Työsali- alapohjien pintamateriaalina on pääasiassa maali.

Laajennusosalla alapohja on 10...12 cm vahvuinen maanvarainen teräsbetonilaatta 7,5 cm:n vahvuisella polystyreenilämmöneristeellä. Lämmöneristeen alla on 20...30 cm koneellisesti muskattua seulottua sepeliä. Laajennusosan alapohjarakenteen alapuolella ei ole putkikanaaleita.

Laajennusosan alapohjien pintamateriaalina on liimaamalla kiinnitetty muovilaatta ja muovimatto.

Pukeutumis- ja pesutilojen alapohjien pintamateriaalina on klinkkerilaatoitus.

Vanhalla osalla alapohjarakenteissa on laaja-alaisesti liiallista kosteutta. Laajennusosalla poikkeavaa kosteutta todettiin paikallisesti kaukolämpöputken ja -kaivon kohdilla yhdessä luokassa sekä käytävässä.

Vanhalla osalla alapohjarakenteen kevytsoralämmöneristeessä todettiin laaja-alaisesti runsasta mikrobikasvua. Mikrobivaurioihin viittaavaa tunkkaista hajua aistittiin tutkimusten yhteydessä myös useissa luokissa. Näytteiden oton yhteydessä tehtyjen aistienvaraisten havaintojen perusteella kosteusrasitusalueilla oli myös lattiapinnoite ja liima vaurioitunut kemiallisesti sekä paikoin irronnut alustastaan.

Laajennusosalla lattiapinnoitteissa ei todettu kosteudesta johtuvia vaurioita. Ummehdunutta mikrobiperäistä hajua todettiin vain käytävässä kaukolämpökaivon läheisyydessä. Laajennusosalla on alapohjalaatan ja sokkelin välissä ilmavutoja aiheuttavia rakoja.

Vanhalla osalla todettiin merkittäviä ilmavuotoja laaja-alaisesti alapohja- sekä sokkeli- ja pilarirakenteiden rajapinnoista sisäilmaan. Myös alapohjalaatan lävistysten juurten epätiiveyksien kautta oli merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan. Laajennusosalla todettiin paikallisesia ilmavuotoja lattia ja sokkeli -rajapinnoista. Ilmavuotojen mukana kulkeutuvat hajut ja epäpuhtaudet sisäilmaan rakenteiden vaurioista.

Alapohjarakenteiden pinnoite- ja mikrobivauriot ovat syntyneet maaperäkosteuden noususta kapillaarisesti rakenteeseen. Lisäksi lämmöneristämättömässä tai heikosti lämmöneristetyssä rakenteessa kosteutta on kulkeutunut maaperästä merkittävässä määrin myös diffuusiolla ja on kerääntynyt tiiviin lattiapinnoitteen alle. Vanhalla osalla kevytsoraeristeen sijainti kahden muovikalvon välissä on kosteusteknisesti riskirakenne, mikäli kosteutta pääsee eristekerrokseen.

Vanhalla osalla alapohjarakenteissa havaitut vauriot ovat laaja-alaisia ja vauriorakenteista on merkittäviä sisäilmayhteyksiä ilmapuotojen kautta. Vanhan osan alapohjarakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävä tekijänä on todennäköinen.

Laajennusosalla alapohjarakenteen sisäilmaa heikentävät tekijät ovat paikallisia ja pienialaisia. Laajennusosan alapohjarakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

Alapohjarakenteissa esiintyy asbestia aulan B1328 palo-oven kynnysrakenteissa.

## 2.2 Sokkelit

Sokkelit ovat mineraalivilla lämmöneristettyjä ja teräsbetonielementtirakenteisia, ns. sandwich-rakenne. Vanhalla osalla sokkelihalkaisun lämmöneristeenä olevissa mineraalivillaeristeissä on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita. Laajennusosalla sokkelirakenteen lämmöneristeissä ei todettu mikrobi- tai kosteusvaurioita.

Sokkelirakenteiden lämmöneristeiden mikrobivauriot johtuvat rakenteen kostumisesta ulkopuolisesta kosteudesta. Kosteus kulkeutuu rakenteeseen sekä kapillaarisesti että diffuusiolla.

Vanhalla osalla sokkelirakenteissa havaitut vauriot ovat laaja-alaisia ja vauriorakenteista on merkittäviä sisäilmayhteyksiä ilmapuotojen kautta. Vanhan osan sokkelirakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Laajennusosalla sokkelirakenteissa ei havaittu sisäilmaa heikentäviä tekijöitä, joten vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Sokkelirakenteista ei ole voitu määrittää haitta-aineita, koska tutkimusten yhteydessä rakennuksen vierustalla maaperä oli roudassa.

## 2.3 Ulkoseinärakenteet

Laajennusosalla ulkoseinärakenteen sisäkuori on betonirakenteinen ja ulkoseinän lämmöneristeenä on mineraalivillaa. Julkisivut ovat muovipinnoitettua profiilipeltiä. Peltiverhouksen tausta on tuulettuva. Laajennusosan ulkoseinärakenteissa ei todettu vaurioita.

Vanhalla osalla ensimmäisen kerroksen ulkoseinät ovat teräsbetonirakenteisia ns. sandwich-elementtejä. Sisäkuoren betoniseinämän paksuus on noin 10 cm ja lämmöneristeenä on mineraalivillaa 10 cm. Julkisivun pinnoitteena on maali. Sandwich-elementeissä ei ole tuuletusrakoa julkisivun ja lämmöneristekerroksen välissä.

Toisen kerroksen osalla julkisivut ovat taustaltaan tuulettuvaa muovipinnoitettua profiilipeltiä.

Vanhalla osalla on joko ulkoseinärakenteisiin kiinni rakennettuja tai seinärakenteesta irrallisia levyrakenteisia talotekniikkahormeja, joiden epätiiveyksistä ja / tai liittymärakenteista oli yleisesti ilmavuotoja sisäilmaan.

Vanhalla osalla ulkoseinien alaosien mineraalivillaeristeissä on seinien alaosissa laaja-alaisia mikrobivaurioita. Ikkunoiden alapuolen lämmöneristeissä ei esiintynyt merkittävästi mikrobivaurioita.

Sisäänkäyntiaulan kohdalla ulkoseinä on mertallirunkoinen lasisenä. Seinärakenteet ovat huonokuntoiset ja niiden kautta oli runsaasti vuotoilmavirtauksia sisäilmaan.

Sekä laajennus että vanhalla osalla oli ikkunoiden liittymärakenteista ulkoseinään vuotoilmavirtauksia, joita todettiin sekä savukokeella että merkkiainekeasulla. Lisäksi vanhalla osalla ikkunan vesipellin rakenne mahdollistaa alla olevien ulkoseinärakenteiden lämmöneristeiden kastumisen tuulisella viistosateella. Lämmöneristeen ulkopinnalta ei määritty mikrobeja.

Vanhalla osalla ulkoseinärakenteissa havaitut mikrobivauriot ovat laaja-alaisia ja vauriorakenteista on merkittäviä sisäilmayhteyksiä ilmavuotojen kautta. Vanhan osan ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Laajennusosalla ulkoseinärakenteissa ei todettu sisäilmaa heikentäviä tekijöitä. Laajennusosan ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Ulkoseinärakenteista ei todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.4 Väliseinärakenteet

Kantavat väliseinät ovat teräsbetonirakenteisia ja maalaamalla pinnoitettuja.

Kevyet väliseinät ovat joko pelti- tai puurunkoisia maalipintaisia levyseiniä. Osa väliseinistä on maalattua kalkkiahiekkatiilimuurausta. Pesutilojen seinät ovat myös betonirakenteisia tai tiilimuurausta ja pinnoitteena on laatoitus.

Kantavien betonirakenteiden väliseinien alaosissa todettiin poikkeavaa kosteutta. Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella ei muutoin väliseinärakenteissa havaittu sisäilman laatua heikentäviä rakenteita ja vaurioita.

Väliseinien liittymärakenteissa ulkoseiniin ja pilareihin oli runsaasti rakenteiden liikkumisesta aiheutuneita rakoja. Tämä heikentää merkittävästi rakenteen ääneneristävyyttä ja haitta on merkittävä kun kyseessä on opetustiloja käsittävä koulurakennus.

Väliseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Väliseinärakenteista ei todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.5 Välipohjarakenteet

Laajennusosalla välipohja on ontelolaattaa ja vanhalla osalla paikalla valettu teräsbetonilaatta. Ontelolaataston onteloissa on johdettu talotekniikkaa. Välipohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.



Vanhalla osalla oli merkittäviä ilmavuotoja kaikkien talotekniikan läpivientien kohdilla. Ilmavuodot ovat paikallisia mutta niitä on runsaasti ja ilmavuodot ovat merkittäviä. Ilmavuodot mahdollistavat ilman liikkumisen toiminnaltaan erilaisten tilojen välillä.

Toisen kerroksen työsalin välipohjassa oli paikallisesti rakennuksen käytöstä aiheutunutta liiallista kosteutta.

Sisäilman ja välipohjarakenteiden välinen paine-ero on normaalisti pieni, joka vähentää mahdollisten epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan.

Vanhalla osalla välipohjarakenteissa olevien runsaiden talotekniikan epätiivien läpivientien kautta voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan ns. likaisemmista tiloista puhtaampiin. Vanhalla osalla välipohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

Välipohjarakenteista ei todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Laajennusosalla vesikatto on teräsbetonirakenteisen TT-laataston päältä mineraalivillaeristetty ja vesikatteen bitumikermi. Tasakattoisen vesikaton kattovesien poisto on kallistuksilla kattokaivoille, jotka on viemäroity sisäisellä viemäroinnillä hulevesiverkostoon. Vesikatteen aluksen tuulettuminen on järjestetty räystäsrakenteista ja painovoimaisilla alipainetuulettimilla. Laajennusosan vesikatto- ja yläpohjarakenteissa ei todettu merkittäviä sisäilmaa heikentäviä vaurioita.

Vanhan osan yläpohja on pääosin puurakenteinen, ainoastaan porrashuoneiden kohdilla yläpohja on paikallavalettu ja teräsbetonirakenteinen. Yläpohjan lämmöneristeenä on mineraalivillaa levynä sekä lisäeristeenä puhallusvillaa. Höyrynsulkuna on muovitiivistyspaperi, jota ei ole tiivistetty pilareihin eikä ulkoseinärakenteisiin.

Tasakattoisen vesikaton kattovesien poisto on kallistuksilla kattokaivoille, jotka on sisäisellä viemäroinnillä viemäroity hulevesiverkostoon.

Bitumikermikatteessa oli paikoin runsaasti sammaloitumista räystään reunakorotuksen läheisyydessä. Ullakkotilaan on remonteissa jätetty käytöstä poistettuja ilmanvaihtokavia sekä vanhoja mineraalivillaeristeitä. Yleisesti ullakkotila oli sekava. Työsalien kohdalla yläpohjan tuulettuminen on estetty räystäälle puhallusvillalämmöneristeellä. Vanhalle ullakkotilalle tyypillisesti lämmöneristeiden päällä on runsaasti pölyä.

Vanhan osan yläpohjarakenteiden kautta todettiin merkittäviä ilmavuotoja rakenneliittymien epätiivyyksien kautta. Vuotoilma oli ullakkotilan ilmalle tyypillisen tunkkaista. Ilmavirtaukset mahdollistavat myös teollisten mineraalikuittujen leviämisen sisäilmaan suojaamattomista lämmöneristeistä. Lisäksi vanhan osan yläpohjarakenne ei täytä nykyisiä yläpohjarakenteelta vaadittavia palo-osastointi vaatimuksia.

Laajennusosalla yläpohjarakenteissa ei ole sisäilmaa heikentäviä tekijöitä. Laajennusosan yläpohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Vanhalla osalla laajalaiset ja runsaat ilmavuodot mahdollistavat ullakkotilan hajujen ja epäpuhtausten kulkeutumisen sisäilmaan. Lisäksi rakenne vaatii laaja-alaisia paloteknisiä korjauksia. Vanhalla osalla yläpohjarakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Yläpohjarakenteista ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.6.1 Alaslaskukatot

Laajennusosalla alaslaskettujen mineraalivillaisten akustolevyjen reunat ja yläpinta ovat suojattuja, joten materiaalista ei irtoa teollisia mineraalikuituja sisäilmaan.

Laajennusosalla alaslaskukattojen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Vanhalla osalla on kerääntynyt runsaasti pölyä alaslaskukattojen yläpuoliseen tilaan, jossa on johdettu talotekniikkaa. Alaslaskukattojen mineraalivillapohjaiset akustolevyt ovat suojaamattomia reunoilta sekä yläpinnoilta. Alaslaskutiloissa on lisäksi suojaamattonta mineraalivillaa putkieristeinä tai suojattuja eristepintoja on avoimina. Lisäksi alaslaskutilasta ullakolle johtavien IV-kanavien lävistysten juuret olivat osittain epätiivitä.

Alaslaskukatoissa ja alaslaskutiloissa olevat teolliset mineraalikuituepäpuhtaudet heikentävät sisäilman laatua, mikäli niitä leviää sisäilmaan.

Vanhalla osalla teollisten mineraalikuitujen irtoaminen suojaamattomista akustokattolevyistä ja alaslaskukaton välitilasta heikentää sisäilman laatua merkittävästi. Lisäksi runsas pöly alakattotilassa voi aiheuttaa hajuhaittoja.

Vanhalla osalla alaslaskukattojen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

## 2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä

Vanhan osan ilmanvaihtojärjestelmään on tehty kanava- ja pääte-elinmuutoksia laajennuksen yhteydessä 2006. Ilmanvaihtokoneissa sekä äänenvaimentimissa on mineraalivillapohjaisia äänieristeitä. Mineraalivillaa sisältävistä äänieristeistä voi irrota teollisia mineraalikuituja ja kulkeutua tuloilman mukana sisäilmaan.

Laajennusosan ilmanvaihtojärjestelmä ja -kanavisto ovat vuodelta 2006. Ilmanvaihtojärjestelmässä ei havaittu mineraalikuitulähteitä.

Laajennusosalla ilmanvaihtojärjestelmän sisäilmaa heikentävä vaikutus on epätodennäköinen, kun varmistetaan, että järjestelmä toimii suunnitellusti.

Vanhalla osalla ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia

#### 3.1 Vanha osa

Vanhan osan rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteissa epätiiveyskohtia, joiden kautta on runsaasti vuotoilmavirtauksia sisäilmaan.

Vanhan osan tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen (taso 3) tai jopa erittäin todennäköinen (taso 4). Tasolla 4 olevat tilat sijaitsevat rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Vauriorakenteet vaativat uusimista ja korjauksia laaja-alaisesti, jotta tilojen käyttöä suunnitellun käyttöajan ajan voidaan turvallisesti jatkaa.

Laaja-alaisen ja kokonaisvaltaisten sekä sen myötä liian korkeiden korjauskustannusten vuoksi rakennuksen vanhaosa poistetaan käytöstä alle vuoden kuluttua.

#### 3.2 Laajennusosa

Laajennusosalla poikkeavaa kosteutta todettiin paikallisesti kaukolämpöputken ja -kaivon kohdilla yhdessä luokassa sekä käytävässä. Alapohjarakenteen alta kaukolämpökaivosta tulee homeen hajua kaivon kannen epätiiveyksistä ja sisäilmaan.

Paikallisia ilmavuotoja todettiin lattia ja sokkeli -rajapinnoista. Ilmavuotojen mukana kulkeutuvat hajut ja epäpuhtaudet sisäilmaan rakenteiden vaurioista.

Alapohjarakenteen sisäilmaa heikentävät tekijät ovat paikallisia ja pienialaisia ja alapohjarakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

Ulkoseinärakenteen materiaaleissa ei ole mikrobivaurioita, joten ulkoseinärakenteilla ei käytännössä ole heikentävää vaikutusta sisäilman laatuun.

Ylä- ja välipohjarakenteissa ei havaittu sisäilmaa merkittävästi heikentäviä tekijöitä.

Pienialaisia paikallisia vaurioita esiintyi, joten tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on tasolla 2, eli mahdollinen. Laajennusosan tilat vaativat paikallisia käyttöä turvaavia toimenpiteitä, jotta tilojen käyttöä voidaan jatkaa suunnitellun käyttöajan ajan.

### 4 Korjaussuunnitteluratkaisut rakennusosittain

Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyysarvio on tehty korjaustyön suunnitteluvaiheessa.

#### 4.1 Suunnittelun korjausratkaisun tavoitetasot ja korjausten käyttöikä

##### Vanha osa

Laaja-alaisen ja kokonaisvaltaisten sekä sen myötä liian korkeiden korjauskustannusten vuoksi rakennuksen vanhaosa poistetaan käytöstä alle vuoden kuluttua. Jatkossa liitteessä ei esitetä vanhan osan rakennusosille korjausehdotuksia. Rakenteissa olevien epäpuhtauksien leviämisen estämiseksi rakennuksen käyttö turvataan loppuajaksi ylipaineistamalla rakennuksen sisäilma ilmanvaihtokoneella ulkoilman suhteen.

### Laajennusosa

Laajennusosalla korjaussuunnittelussa rakennuksen käyttöikätaavoitteksi asetettiin peruskorjauksella saavutettava eli 25...30 vuotta. Rakennuksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhte korjausten jälkeen on tasolla 1, eli epätodennäköinen. Peruskorjauksessa tavoitteeksi asetettiin sisäilmaan merkittävästi vaikuttavien epäpuhtauksien poisto rakenteista sekä rakenteiden uusiminen vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Peruskorjauksessa huomioidaan myös ilmanvaihto- ja muut tekniset järjestelmät sekä rakenteiden kosteustekninen toiminta. Peruskorjauksen käyttöikätaavoitteen lisäksi rakenteet muutetaan vastaamaan mm. nykyisiä palo-osastointivaatimuksia.

Laajennusosan korjaussuunnittelussa on ilmavuotojen estämiseksi esitetty tehtäväksi tiivistyskorjauksia vahvikenauhalla ja vesieristysmassalla. Tiivistyskorjauksen tiiveystasoksi on asetettu taso 2, eli ”merkittävä tiiveyden parantaminen”. Nykyisin käytössäoleville tiivistysmateriaaleille annetaan tekniseksi käyttöikäksi 10...15 vuotta, joka ei vastaa peruskorjauksella tavoiteltavaa 25...30 vuoden käyttöikää. Tämän vuoksi tiivistyskorjausten laadunvarmennuksen tulee ulottua 25...30 vuoden käyttöiän ajalle. Tiiveystason on oltava tasoa 2 koko käyttöiän ajan.

Tiivistyskorjauksesta tehdään ns. mallihuone, jossa tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti. Mallihuoneen tiivistyskorjauksessa havaitaan myös tiivistyskorjaukseen liittyvät epävarmuustekijät sekä kohdekohtaiset riskit, joten niihin voidaan puuttua ennakoivasti.

## **4.2 Alapohjarakenteet**

Alapohjarakennetta avataan paikallisesti kaukolämpökaivannon kohdalta. Rakenteesta poistetaan hajuhaittoja aiheuttavat materiaalit. Alapohjarakenne uusitaan avatulta kohdalta. Uusi rakenne vastaa tämänhetkisiä vaatimuksia sekä lämpötaloudellisesti että kosteusteknisesti. Muilla osin laajennusosan luokkien ja työsalien alapohjarakenteet jäävät nykyiselleen, ainoastaan pinnoitteita uusitaan tarvittaessa.

Alapohjarakenteen liittymärakenteet tiivistyskorjataan vesieristysmassaa ja vahvikenauhaa käyttäen.

### **4.2.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

Suunnitteluvaiheessa on huomioitu käytettävien tiivistysmateriaalien soveltuvuuden arviointi käyttöikätaavoitteeseen verrattuna. Sekä materiaaleilla että työmenetelmillä tulee saavuttaa vähintään tavoiteltu käyttöikä.

### **4.2.2 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen alapohjarakenteiden liittymien tiiveyden seurantaan laaditaan suunnitteluvaiheessa huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Rakenteiden tiiveys varmistetaan ja tarkistetaan esim. merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti tarvittaessa.

Rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa ja tilojen ilmamääriä sekä ilmanvaihdon aiheuttamaa paine-eroa sisä- ja ulkoilman välillä seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Ilmanvaihdon toiminnan seurantamittaukset tehdään tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella.

#### **4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Alapohjarakenteiden tiivistyskorjausten jälkeen rakenteeseen ei nykytietämyksen mukaan jää sisäilman laatua heikentäviä riskejä. Uusittavan alapohjan sekä lattiapinnoitteiden uusimisalueilla pinnoitteiden kosteusvaurioitumisriski hallitaan uusittavien rakenteiden kosteusmittauksin sekä pinnoituskelpoisuuden kosteusmittauksilla.

### **4.3 Ulkoseinärakenteet**

Laajennusosan ulkoseinärakenteisiin ei kohdistu korjauksia.

Tiivistyskorjauksen lisäksi vuotoilmavirtauksia alapohja- ja ulkoseinärakenteiden epätiiveyksien kautta vähennetään pääasiassa ulko- ja sisäilman paine-erojen hallinnalla.

#### **4.3.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.3.2 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen ulkoseinärakenteiden liittymien tiiveyden seurantaan laaditaan suunniteluvaiheessa huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Rakenteiden tiiveys varmistetaan ja tarkistetaan esim. merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti tarvittaessa.

Rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa ja tilojen ilmamääriä sekä ilmanvaihdon aiheuttamaa paine-eroa sisä- ja ulkoilman välillä seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Ilmanvaihdon toiminnan seurantamittaukset tehdään tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella.

#### **4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ulkoseinärakenteissa ei ole kosteusvaurioita eikä mikrobivaurioituneita materiaaleja. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

### **4.4 Sokkelirakenteet**

Laajennusosan sokkelien lämmöneristeenä on polystyreeni. Sokkeleissa ei havaittu vaurioita. Laajennusosan sokkeleihin ei kohdistu korjauksia.

Tiivistyskorjauksen lisäksi vuotoilmavirtauksia alapohja- ja ulkoseinärakenteiden epätiiveyksien kautta vähennetään pääasiassa ulko- ja sisäilman paine-erojen hallinnalla.

#### **4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.4.2 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen sokkelirakenteiden liittymien tiiveyden seurantaan laaditaan suunnittelu- vaiheessa huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Rakenteiden tiveys varmistetaan ja tarkistetaan esim. merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti tarvittaessa.

Rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa ja tilojen ilmamääriä sekä ilmanvaihdon aiheuttamaa paine-eroa sisä- ja ulkoilman välillä seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Ilmanvaihdon toiminnan seurantamittaukset tehdään tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella.

#### **4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Sokkelirakenteissa ei ole mikrobivaurioituneita materiaaleja eikä kosteusvaurioita. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

### **4.5 Väliseinärakenteet**

Väliseinärakenteita poistetaan ja uusitaan ainoastaan tilamuutoksien vaatimilla osilla. Porrashuoneen kantavien betoniseinien alaosissa on maaperäkosteuden noususta aiheutuneita pinnoitevaurioita. Kosteuden nousua ei voida estää, koska maamassojen vaihto anturoiden alle kustannustehokkaasti on lähes mahdotonta. Kosteuden aiheuttamat pinnoitevauriot korjataan jyrsimällä vanhat pintakerrokset pois ja seinien alaosat pinnoitetaan uusilla kosteuden kestäville ja kosteutta läpäisevillä tasoitteilla ja maaleilla.

Vanhan ja uuden osan rajalla olleen aikaisemman betonirunkoisen ulkoseinärakenteen julkisivuverhous ja lämmöneristeet on purettu. Betonirunkoinen seinä toimii nykyisin väliseinänä, eikä siinä ollut vauriota. Myös muut rakennuksen väliseinät olivat normaalissa kunnossa.

#### **4.5.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ei toimenpiteitä.

#### **4.5.2 Käytönaikainen seuranta**

Ei toimenpiteitä.

#### **4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei toimenpiteitä.

### **4.6 Välipohjarakenteet**

Laajennusosan välipohjarakenteisiin kohdistuvat korjaustoimet ovat lähinnä pintamateriaalien paikallisia uusimisia. Välipohjarakenteisiin rajoittuvien kerrosten sisäilman laatua hallitaan sisä- ja ulkoilman välisillä paine-eroilla, jotka säädetään tasapainotilaan.

Luokkatilojen ilmanjakotapaa parannetaan ja ilmamäärät säädetään vastaamaan tilojen henkilökumäärää ja käyttötarkoitusta. Samalla tehdään ilmanvaihdon tassapainotus.

#### **4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Pintamateriaalien uusimisen yhteydessä varmistetaan pinnoituskelpoisuusvaatimusten täyttyminen kosteusmittauksin tasoitteista.

#### **4.6.2 Käytönaikainen seuranta**

Käytönaikainen seuranta suoritetaan rakennuksen normaalin kunnossapidon yhteydessä.

#### **4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Välipohjarakenteiden korjausratkaisuihin ei sisälly riskejä.

### **4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Laajennusosan yläpohjarakenteissa ei havaittu vaurioita, joten niihin ei tehdä korjauksia. Alkuperäinen bitumikermikatto on noin 10 vuotta vanha, joten sen teknistä käyttöikää on jäljellä noin 20 vuotta.

#### **4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Yläpohjarakenteen liittymärakenteiden tiiveys varmistetaan esim. merkkiaineella tehtävin tiiveysmittauksin.

#### **4.7.2 Käytönaikainen seuranta**

Käytönaikainen seuranta suoritetaan rakennuksen normaalin kunnossapidon yhteydessä. Laajennusosan vesikaton kuntoa seurataan ja sen kunto tarkistetaan perusteellisesti nykyisen bitumikermikatteen elinkaaren lopussa eli 15...20 vuoden kuluttua.

#### **4.7.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Laajennusosan alkuperäisiin ylä- ja välipohjarakenteisiin ei sisälly riskejä.

### **4.8 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Laajennusosalla ilmanvaihtojärjestelmä on tekniseltä käyttöikänsä noin 10 vuotta vanha. Järjestelmä toimii tarkoituksenmukaisesti ja täyttää nykyiset vaatimukset.

#### **4.8.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Laajennusosan IV-järjestelmän tekniseltä käyttöikänsä 10...15 vuotta olevien osien kuten esim. puhaltimet kunto tarkistetaan. Järjestelmälle laaditaan kuntoarvion mukainen huolto- ja uusimistarve aikatauluineen.

Laajennusosan alkuperäisen ilmanvaihtojärjestelmän huolto- ja korjaustoimet liitetään huoltokirjaan.

Tilojen ilmamäärät ja paine-erot mitataan ja säädetään korjaustöiden päätteeksi.



#### **4.8.2 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi noin 2-3 vuoden kuluttua tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, varmistetaan, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

#### **4.8.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei suoria ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä riskejä. Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat riskit ovat sekundäärisiä, joita ilmanvaihtojärjestelmän toimintajärjestelmät voivat aiheuttaa esim. rakenteiden epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan. Nämä riskit ja niiden hallinta on esitetty kunkin rakenneosan yhteydessä.



## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA .....	3
	<b>1.1 Rajaukset kohteessa</b> .....	<b>3</b>
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
	<b>2.1 Alapohjarakenteet</b> .....	<b>4</b>
	2.1.1 Alapohjarakenne käytävien ja luokkatilojen kohdalla yleisesti .....	4
	2.1.2 Alapohjarakenne paperi- ja prosessiteollisuuden luokkien osalla .....	4
	2.1.3 Alapohjarakenne työsalien kohdalla .....	4
	<b>2.2 Maanvastaiset seinärakenteet</b> .....	<b>5</b>
	<b>2.3 Ulkoseinärakenteet</b> .....	<b>5</b>
	2.3.1 Ulkoseinät yleisesti .....	5
	2.3.2 Ulkoseinät työhallien kohdalla .....	5
	2.3.3 Sokkelirakenne .....	6
	2.3.4 Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinä .....	6
	<b>2.4 Väliseinärakenteet</b> .....	<b>6</b>
	<b>2.5 Välipohjarakenteet</b> .....	<b>7</b>
	<b>2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet</b> .....	<b>7</b>
	2.6.1 Yläpohjarakenne luokkatilojen osalla .....	7
	2.6.2 Yläpohjarakenne opetustyösalien osalla .....	8
	2.6.3 Sisätilojen akustolevykatot .....	9
	<b>2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä</b> .....	<b>9</b>
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA .....	9
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT RAKENNUSOSITTAIN .....	10
	<b>4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä</b> .....	<b>10</b>
	<b>4.2 Alapohjarakenteet</b> .....	<b>11</b>
	4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	11
	4.2.2 Käytönaikainen seuranta .....	12
	4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	12
	<b>4.3 Ulkoseinärakenteet</b> .....	<b>12</b>
	4.3.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	13
	4.3.2 Käytönaikainen seuranta .....	13
	4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	13
	<b>4.4 Sokkelirakenteet</b> .....	<b>13</b>
	4.4.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	13
	4.4.2 Käytönaikainen seuranta .....	13
	4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	13
	<b>4.5 Väliseinärakenteet</b> .....	<b>13</b>
	4.5.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	14
	4.5.2 Käytönaikainen seuranta .....	14
	4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	14
	<b>4.6 Välipohjarakenteet</b> .....	<b>14</b>
	4.6.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	14
	4.6.2 Käytönaikainen seuranta .....	14
	4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	14
	<b>4.7 Ilmanvaihtojärjestelmä</b> .....	<b>14</b>
	4.7.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	15
	4.7.2 Käytönaikainen seuranta .....	15
	4.7.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	15

## 1 Perustiedot kohteesta

Tämä selvitys on tehty kiinteistön omistajan toimeksiannosta ja siinä tarkastellaan rakennuksen rakenteiden kuntoa sekä niiden korjaustarvetta peruskorjauksen ja tilamuutosten yhteydessä.

Koulurakennus on valmistunut 1985. Rakennus on muutoin yksikerroksinen, kellarikerroksessa sijaitsevat pukeutumis- ja varastotiloina toimivat väestönsuojatilat. Rakennuksessa on opetustyoaleja, luokka- ja toimistotiloja sekä sosiaalitiloja pesu- ja pukeutumistiloinen. Rakennuksen kantava runko on teräsbetonielementti-rakenteinen, ns. pilari-palkki-laatta järjestelmä. Luokkatilojen osalla ulkoseinät ovat tiili-villa-tiili rakenteisia. Opetushallien osalla julkisivujen pinnoitteena on profiilipelti. Yläpohja on ontelolaattarakenteinen, lämmöneristeenä on mineraalivillaa ja puhallusvillaa. Vesikatteenä on työsalien osalla bitumikermi ja luokkatilojen osalla konesaumapelti. Luokkatilojen pulpettikattoisen vesikaton kattovesien poisto on kouruin ja pystyrännein. Opetushallien tasakaton vedenpoisto on rakennuksen sisäisin kattovesiviemärein.

Rakennuksen ilmanvaihto on toteutettu koneellisesti alkuperäisellä tulo- poistojärjestelmällä. Työsaleista ja sosiaalitiloista on lisäksi poistoilmanvaihtoa huippuimureilla.

Rakennuksen eteläpäädyn tilojen käyttäjät ovat kokeneet oireita ja olosuhdehaittoja, joiden on oletettu johtuvan rakennuksesta. Lisäksi osassa työtiloja on aistittu poikkeavaa hajua.

Tämä selvitys perustuu käytössä oleviin tutkimustuloksiin, korjaussuunnitelmiin sekä rakennuksen rakenteisiin tehtyihin kuntotutkimuksiin vuosina 2015-2016. Peruskorjauksen suunniteltu tavoiteltava käyttöikä on 25...30 vuotta. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöiän aikana.

Merkittävimmät muutostyöt ja korjaustoimenpiteet.

- Sadevesiviemäröinnin muutoksia kaakkoispäädyssä 2012.
- Tilamuutoksia kaakkoispäädyn paperi- ja prosessitekniikan tiloihin 2010-luvulla.

### 1.1 Rajaukset kohteessa

Tutkimusten ja selvitysten ulkopuolelle on rajattu työsalien yhteydessä sijaitsevien opiskelijoiden pukeutumis- ja pesutilat.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmateknisiä kuntotutkimuksia rakenneosakohtaisesti vuosina 2015...2016. Rakennetutkimuksissa on selvitetty materiaalien mikrobiologista kuntoa sekä rakenteiden kosteusteknistä toimintaa. Saatujen tulosten perusteella on altistumisolosuhteiden arviointi tehty Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti. Kohteeseen on tehty lisäksi asbesti ja haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-aineiden osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Tutkimusten tuloksia on hyödynnetty rakennuksen rakenteiden peruskorjaussuunnitelmissa 2016.

## 2.1 Alapohjarakenteet

### 2.1.1 Alapohjarakenne käytävien ja luokkatilojen kohdalla yleisesti

Maanvaraisena alapohjarakenteena on teräsbetoni-laatta 80-120 mm. Lämmöneristeenä keskellä rakennusta on polystyreeni eli Styrox-levy 50 mm. Ulkoseinien varsilla metrin levyisellä kaistaleella styrox-lämmöneristystä on 100 mm. Lämmöneristystä ei ole asennettu tiilirakenteiden väliseinien anturoina toimivien alapohjalaatan vahvennusvalujen alle. Lämmöneristeen alla on tiivistetty, raekooltaan vaihteleva monttusorätyttö. Lattiapinnoitteena on vinyylilaatta. Maanvarainen lattiarakenne on alkuperäinen.

Teräsbetoni-laatatassa todettiin poikkeavaa rakennekosteutta käytävien tiiliseinien varsilla sekä kaakkoispäädyn siivessä laaja-alaisemmin. Paikoin käytäväseinien varsilla vinyylilaattapinnoite oli irronnut alustastaan kosteuden aiheuttamien pintarakennevaurioiden vuoksi. Kaakkoispäädyn siivessä lepo-huoneessa, wc-tilassa ja varastossa lattiapinnoitemateriaaleissa todettiin kemialliseen hajoamiseen viittaavia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Käytävän lattiapinnoitteissa kosteilla alueilla ei todettu merkittävää kemiallista hajoamista. Kosteusvaurioiden aiheuttaman, näkyvän korjaustarpeen vuoksi lattiapinnoitteesta ei määritetty mikrobeja. Kaakkoispäädystä lattiarakenteeseen nouseva maaperäkosteus aiheuttaa lattiapinnoitteen, liiman ja tasoitteen kemiallisen vaurioitumisen. Luokkahuoneiden lattian vinyylilaatatassa ja pintabetonissa ei todettu kemiallisesta hajoamisesta aiheutuvia yhdisteitä.

Käytävien ja luokkatilojen osalla alapohjarakenteen sisäilmaa heikentävä vaikutus on todennäköinen.

Käytävien ja luokkatilojen alapohjarakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.1.2 Alapohjarakenne paperi- ja prosessiteollisuuden luokkien osalla

Alapohjarakenne on vastaava kuin luokkatilojen osalla yleisesti. Pinnoitteena on akryylibetoni. Lattiarakenteessa todettiin laaja-alaisesti poikkeavaa kosteutta sekä paikallisesti pinnoitteen vaurioihin viittaavia pitoisuuksia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Rakenteen poikkeava kosteus johtuu osittain maaperästä kapillaarisesti ja diffuusiolla nousevasta kosteudesta. Suurimmilla kosteuspoikkeama-alueilla on todettu myös viemäriverkoston painumista, joten viemäri- vuotoa ei ole voitu sulkea täysin pois.

Paperi- ja prosessiteollisuuden luokkien osalla alapohjarakenteen sisäilmaa heikentävä vaikutus on todennäköinen.

Akryylibetonipinnoite sisältää Krysotiili-asbestia, joka tulee huomioida korjauksissa.

### 2.1.3 Alapohjarakenne työsalien kohdalla

Maanvaraisen alapohjan rakenteena on teräsbetoni-laatta noin 200 mm. Ulkoseinien varsilla lämmöneristeenä on Styrox-levyä 100 mm ja keskemällä 50 mm. Kuuden metrin etäisyydellä ulkoseinästä ei lämmöneristystä ole. Lattioiden pinnoitteena on epoksimaali. Alapohjarakenteeseen nousee maaperästä kapillaarisesti ja diffuusiolla maaperäkosteutta. Kosteus pääsee kuitenkin haihtumaan huoneilmaan ja poistuu ilmanvaihdon mukana, kun lattiapinnoite on kosteutta läpäisevä.

Työsalien alapohjarakenteen sisäilmaa heikentävä vaikutus on mahdollinen.

Työsalien alapohjarakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.2 Maanvastaiset seinärakenteet

Rakennuksen maanvastaiset seinärakenteet ovat kaakkoispäädyssä sijaitsevan väestönsuojan alueella. Väestönsuojan seinää vasten teräsbetonirakenteisen sokkelihalkaisun mineraalivillalämmöneriste ulottuu noin metrin maanpinnan alapuolelle. Sokkelipalkin alapuolisella osalla 300 mm vahvuisen betonirakenteisen seinän lämmöneristeinä on 80 mm kovaa mineraalivil-laa mekaanisesti kiinnitettynä.

Seinärakenteet olivat normaalissa kunnossa, eikä niissä todettu poikkeavaa kosteusrasitusta.

Aikaisemmissa korjauksissa on väestönsuojan käytävän lattian alle salaojavesille asennettu hälytysjärjestelmällä varustettu pumppaamo. Pumppaamojärjestelmän toimintakunnon varmistaminen vaatii säännöllisen huollon ja tarkistuksen, joka tulee kirjata rakennuksen huolto-kirjaan.

Väestönsuojan rakenteisiin ei peruskorjauksessa tehdä korjauksia tai muutoksia.

Kellarikerroksen väestönsuojan maanvastaisten seinien rakenteiden sisäilmaa heikentävä vai-kutus on epätodennäköinen.

Maanvastaisen seinän bitumieristeestä ei ole tutkittu asbestia ja PAH-yhdisteitä.

## 2.3 Ulkoseinärakenteet

### 2.3.1 Ulkoseinät yleisesti

Ulkoseinärakenne on tuulettumaton tiili-villa-tiili rakenteinen. Lämmöneristeinä on 120 mm pehmyttä mineraalivillaa. Lämmöneristeissä ei todettu mikrobivaurioita. Rakenteen sisästä mitatut kosteuspitoisuudet olivat myös normaalia tasoa. Seinärakenteesta todettiin merkittäviä ja säännöllisesti esiintyviä ilmavuotoja lattia ja seinä –rajapinnoista sekä ikkunaliittymistä. Tämä aiheuttaa mineraalivillalämmöneristeiden hajujen kulkeutuminen sisäilmaan. Paikallisia vähäisiä ilmavuotoja todettiin myös kalkkihiekkatiilirakenteisessa seinässä olevien hiushal-keamien kautta.

Ulkoseinien liittymien kautta tapahtuvien vuotoilmavirtausten vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä.

Ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Ulkoseinärakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoi-suuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.3.2 Ulkoseinät työhallien kohdalla

Työhallien ikkunoiden ympäristöissä ulkoseinärakenne on vastavaava kuin ulkoseinä yleisesti. Työhallien yläosien ulkoseinä on sisäosaltaan kalkkihiekkatiilirakenteinen ja lämmöneristeinä

on 120 mm pehmyttä mineraalivillaa. Ulkopuolen pinnoitteena on muovipinnoitettu teräsprofiilipelti.

Työsalien ulkoseinä kylmiin ullakkotiloihin on vastaava kuten työhallien ulkoseinien yläosissa, mutta ilman profiilipeltiverhousta.

Työhallien ulkoseinien liittymärakenteista on vastaavia ilmavuotoja, kuin luokkatiloissa. Tilojen käyttötarkoitus huomioiden ilmavuotojen merkitys sisäilmaan on vähäinen.

Työhallien ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

Työhallien alapohjarakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.3.3 Sokkelirakenne

Ulkoseinän sokkelihalkaisun lämmöneristeenä on 100 mm polystyreeniä. Sokkeleissa ei ole ulkopuolista vesieristystä. Sokkelihalkaisun eristekerroksessa ei todettu poikkeavaa mikrobikasvua. Polystyreenin alareunan tukena sokkeleiden valun yhteydessä on käytetty puulistaa ja vaneria, joissa todettiin poikkeavaa mikrobikasvua. Sokkelihalkaisun eristetilasta ei todettu vuotoilmavirtausta sisäilmaan.

Sokkelirakenteen lämmöneristysten tukipuiden mikrobivaurion vaikutus sisäilmaa heikentävänä on epätodennöinen.

Sokkelirakenteissa ei ole todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.3.4 Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinä

Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinärakenne on harkkomuurausta. Sisäpinnaltaan seinät ovat suojaamatonta mineraalivillalevyä mekaanisesti kiinnitettynä. Lämmöneristeenä on mineraalivillaa ja julkisivut ovat teräsprofiilipeltiä.

Seinärakenteen suojaamattomien mineraalivillaeristeiden sisäpinta suojataan teollisten mineraalikulitujen irtoamisen estämiseksi.

Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilmaa heikentävänä on mahdollinen.

Ilmanvaihtokonehuoneen rakenteissa ei ole todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.4 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat pääasiassa kalkkihiekkatiilirakenteisia. Korjaus- ja muutostöiden yhteydessä joitakin seiniä on tehty myös puu- ja peltirankarunkoisina levyseininä. Muurattujen väliseinien alla on alapohjalaatan työsaumoja, joiden ilmatiiveys varmistetaan peruskorjauksen yhteydessä merkkiainetiiveyskokein.



Väliseinärakenteiden sisäilmaa mahdollisesti heikentävät vaikutukset ovat paikallisia, joten vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Väliseinärakenteissa ei ole todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.5 Välipohjarakenteet

Rakennuksessa on välipohjarakenteita väestönsuojan yläpuolella sijaitsevien tilojen sekä ilmanvaihtokonehuoneen alla sijaitsevien tilojen kohdalla.

Väestönsuojan kohdalla välipohjarakenne on teräsbetonilaatta 110 mm, valukreppi, hienojakoinen hiekka noin 100 mm ja väestönsuojan teräsbetoninen katto noin 300 mm.

WC-tilojen, suihku- ja pukuhuoneiden kohdilla välipohjarakenne on valukreppiin saakka vastaava kuin yleisesti. Valukrepin päällä on noin 65 mm paksu teräsbetonilaatta, jonka pinnassa on noin 10 mm vahvuinen bitumisively. Kallistusvalu ja klinkkerilaatoitus ovat noin 25 mm.

Välipohjarakenteessa todettiin laaja-alaisesti liiallista kosteutta ja valukreppi oli mikrobivaurioitunut. Lattian betonilaatassa on halkeamia ja liittymärakenteet ulko- ja väliseiniin ovat epätiivittä. Epätiiveyksien kautta todettiin vuotoilmavirtauksia.

Vuotoilmavirtauksen vuoksi rakenteessa olevien vaurioiden sisäilmaa heikentävä vaikutus on merkittävä.

Välipohjarakenteessa olevasta bitumista ei ole selvitetty haitta-aineita.

Ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla välipohjarakenne on seuraava. Ontelolaatta 260 mm ja pin-  
tabetonilaatta noin 50 mm. Lattian pinnoitteena on muovimatto.

Muovimaton saumahitsauksia oli ratkeillut ja matossa oli mekaanisesti aiheutettuja reikiä. Lävistysten liittymien juuret olivat epätiivittä. Havaintojen mukaan lattiapinnoitteen alle on päässyt jossain vaiheessa vuoto- ja sulamisvesiä.

Ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla välipohjan vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla välipohjarakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

### 2.6.1 Yläpohjarakenne luokkatilojen osalla

Luokkatilojen osalla vesikatto on teräsbetonisen ontelolaataston päältä puupukkirakenteilla kannatettu. Vesikatteena on maalattu konesaumapelti ja aluskatteena on kartonki. Ullakkotilan tuulettuminen räystäsrakojen kautta on riittävää.

Rakennuksen eteläpäädyssä paperi- ja prosessiteollisuuden luokkien osalla aluskatteessa on runsaasti vesivuotojen aiheuttamia valumajälkiä. Pieneltä alueelta katteen paikallisen uusimisen kohdalta puuttuu aluskatetta.

Rakennuksen itäisivulla sijaitsevien luokkatilojen vesikattorakenteissa on paikallisia vuotojälkiä poistoilmahormin epätiivyyden kautta tapahtuneiden vesivuotojen aiheuttamina.

Yläpohja on noin 260 mm ontelolaatta, lämmöneristeenä on mineraalivillaa noin 200 mm ja puhallusvillaa noin 100...150 mm. Rakenteen höyrynsulkuna ontelolaatan päällä on muovikalvo.

Lämmöneristeiden yläpinnalla on runsaasti pienialaisia vesivuotojen aiheuttamia tippumajälkiä eteläpäädyssä. Itäisivulla on paikallinen ja pienialainen vesivuotojälki poistoilmahormin juuren vuotokohdalla. Molemmilla ullakko-osilla on lämmöneristekerrosten yläpinnassa runsaasti tuuletuksen mukana kulkeutunutta ulkoilmapölyä. Ontelolaattojen saumoista ja liittymärakenteista todettiin paikallisia, mutta merkittäviä ilmavuotoja. Ilmavuotojen mukana todettiin ullakon hajun kulkeutuminen sisäilmaan, joten ullakkotilan epäpuhtaudet voivat päästä sisäilmaan. Yläpohjan eristeissä havaitut kosteusvauriot johtuvat vesikatteen vuodoista sekä räyställä tuiskulumen kulkeutumisesta ja sulamisesta.

Yläpohjarakenteen sisäilmaa heikentävä vaikutus ontelolaattojen ilmavuotojen kautta on merkittävä.

Kattovedet ohjataan peltirakenteisin kouruin ja syöksytorvin. Kattovesille on rännikaivo-ohjaus syöksytorviltä. Paikoin kattovesien ohjausjärjestelmä ei toimi, joten vedet valuvat rakennuksen vierustalle kastellen perustusrakenteita.

Kattovesien ohjauksen puutteet sokkelirakenteen kosteusteknisen toiminnan kannalta ovat paikallisia. Sokkelirakenteen eristetilan mahdollisen vaurioitumisen vaikutus sisäilmaa heikentävänä on paikallinen mutta merkittävä.

Luokkatilojen yläpohjarakenteen vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

Yläpohja- ja vesikattorakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.6.2 Yläpohjarakenne opetustyösaliin osalla

Opetustyösaliin osalla rakennuksen vesikatto on kannatettu puukannakkein ontelolaattojen päältä. Vesikatteenä on kaksinkertainen bitumikermi kuumabitumilla kiinnitettynä. Ruodelaudoituksena on raakaponttilaudoitus. Vesikatteen alus on tuuletettu räystäs- ja kattoikkunakontin tuuletusrakojen kautta. Tuulettumisessa ei havaittu puutteita.

Työsaliin yläpohjarakenteena on teräsbetoninen ontelolaatasto. Höyrynsulkuna ontelolaattojen päällä on kaksinkertainen muovikalvo. Lämmöneristeenä on pehmyttä mineraalivillaa 250 mm. Muovikalvon alla ontelolaatan pinnalla todettiin vähäisesti rakentamisen aikaista sahanapurua.

Kattoikkunarakenteiden reuna-alueilla oli runsaasti vesivutojen aiheuttamia kosteusjälkiä työsalien kattolevyissä. Kattoikkunan viereen tehdyn tutkimusaukon kautta havaittiin kosteutta höyrynsulun alapuolella. Tuiskulumi pääsee rakenteeseen kattoikkunan matalan reunakorotuksen kautta ja sulaa lämpimille pinnoille. Tuiskulumen pääsy rakenteisiin tulee estää.

Yläpohjarakenteen kastuminen aiheutuu rakenteeseen kulkeutuvan tuiskulumen sulamisesta.

Opetustyösaliin yläpohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä, mutta vaikutuksia voidaan pitää paikallisina.

Opetustyösaliin yläpohjarakenteen vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Opetustyösalien yläpohja- ja vesikattorakenteissa ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### **2.6.3 Sisätilojen akustolevykatot**

Luokissa sisäkatot ovat metallikiskoin ontelolaattaan mekaanisesti kiinnitettyjä, reunoiltaan ja yläpinnaltaan suojaamatonta mineraalivillalevyä. Sisäpinta on lasikuituvahvistettu kangas. Osa henkilöhuoneiden sisäkatoista on maalatulla ontelolaattapinnalla.

Käytävissä sisäkatot ovat metalliripustuksin alaslaskettuja, reunoiltaan ja yläpinnaltaan suojaamatonta mineraalivillalevyä. Sisäpinta on lasikuituvahvistettu kangas.

Osa mineraalivillalevyistä oli rikkoutunut ja reunoiltaan suojaamattomia pintoja oli avoimina. Käytävissä on osa äänieristettyjen väliseinien mineraalivillapinnoista avoimina alakaton yläpuolella.

Avoimista mineraalivillapinnoista on mahdollista irrota teollisia mineraalikuituja sisäilmaan.

Mineraalivillapohjaisten materiaalien mineraalikuitulähteet alaslaskukatoissa ja alaslaskukaton yläpuolisessa tilassa ovat sisäilman laatua heikentäviä.

Sisätilojen akustolevykattojen vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

## **2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Ilmanvaihtokoneiden kammioissa ja äänenvaimentimissa on mineraalivillapohjaisia äänieristeitä. Mineraalivillaa sisältävistä äänieristeistä voivat teolliset mineraalikuidut irrota ja kulkeutua tuloilman mukana sisäilmaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän kautta mahdollisesti leviävien teollisten mineraalikuitujen sisäilmaa heikentävä vaikutus on merkittävä.

Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Opetustyösalien yläpohjarakenteen vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on todennäköinen.

Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole todettu asbestia eikä vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## **3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia**

Rakennuksen alapohjan pintarakenteissa todettiin maaperäkosteuden aiheuttamia laaja-alaisia vaurioita käytäväseinien varsilla sekä eteläpäädyssä paperi- ja prosessiteollisuuden luokkatiloissa.

Lisäksi väestönsuojan yläpuolella olevien tilojen välipohjassa oli laaja-alaisesti liiallista kosteutta sekä mikrobivaurioita.

Sokkelirakenteen Styrox-lämmöneristeen rakentamisen aikaisissa tukipuurakenteissa oli mikrobivaurio. Rakenteesta ei kuitenkaan todettu sisäilmayhteyttä, joten sillä ei käytännössä ole heikentävää vaikutusta sisäilman laatuun.

Ulkoseinän lämmöneristeissä ei ollut poikkeavaa mikrobikasvua. Ulkoseinien lämmöneristetilasta on merkittäviä ja laaja-alaisia ilmavuotoja sisäilmaan.

Eteläpäädyn yläpohjarakenteissa todettiin pienialaisia, mutta määrältään runsaasti vesikaton vuotoja, joista oli aiheutunut lämmöneristeisiin paikallisia vaurioita. Muilla osin yläpohjassa oli yhden poistoilmahormin juuressa vesivuoto aiheuttanut paikallisen ja pienialaisen kosteusvaurion. Rakennuksen yläpohjarakenteista oli paikallisia, mutta merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan.

Ilmanvaihdon aiheuttama sisäilman alipaineisuus lisää alapohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa olevien epäpuhtauslähteiden merkittävyyttä sisäilmaa heikentävänä tekijänä.

Eteläpäädyn tilojen alapohja- ja yläpohjarakenteiden laaja-alaisen vaurioiden vuoksi poikkeava altistumisolosuhdetaso on tasolla 4, eli erittäin todennäköinen. Muilla osin rakennuksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhdetaso on tasolla 3, eli todennäköinen.

Harjoitustyösaliin osalla oli pienialaisia paikallisia vaurioita ja tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on tasolla 2, eli mahdollinen. Harjoitustyösaliin tilat vaativat paikallisia käyttöä turvaavia toimenpiteitä, jotta tilojen käyttöä voidaan jatkaa suunnitellun käyttöajan ajan.

## **4 Korjaussuunnitteluratkaisut rakennusosittain**

Korjaussuunnitteluratkaisujen vaikutuksen arviointi altistumisolosuhteisiin on tehty korjaustyön suunnitteluvaiheessa.

### **4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä**

Korjaussuunnittelussa rakennuksen käyttöikätaavoitteksi asetettiin peruskorjauksella saavutettava eli 25...30 vuotta. Rakennuksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde korjausten jälkeen on tasolla 1, eli epätodennäköinen. Peruskorjauksessa tavoitteeksi asetettiin sisäilmaan merkittävästi vaikuttavien epäpuhtauksien poisto rakenteista sekä rakenteiden uusiminen vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Peruskorjauksessa huomioidaan myös ilmanvaihto- ja muut tekniset järjestelmät sekä rakenteiden kosteustekninen toiminta. Peruskorjauksen käyttöikätaavoitteen lisäksi rakenteet muutetaan vastaamaan mm. nykyisiä palo-osastointivaatimuksia.

Korjaussuunnittelussa on ilmavuotojen estämiseksi esitetty tehtäväksi tiivistyskorjauksia vahvikenauhaa ja vesieristysmassaa käyttäen. Tiivistyskorjauksen tiiveystasoksi on asetettu taso 2, eli ”merkittävä tiiveyden parantaminen”. Nykyisin käytössä oleville tiivistysmateriaaleille annetaan tekniseksi käyttöikäksi 10...15 vuotta, joka ei vastaa peruskorjauksella tavoiteltavaa 25...30 vuoden käyttöikää. Tämän vuoksi tiivistyskorjausten laadunvarmennuksen tulee ulottua 25...30 vuoden käyttöajan ajalle. Tiivistystason on oltava tasoa 2 koko käyttöajan ajan. Tiivistyskorjauksesta tehdään ns. mallihuone, jossa tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti. Mallihuoneen tiivistyskorjauksessa havaitaan myös tiivistyskorjaukseen liittyvät epävarmuustekijät sekä kohdekohtaiset riskit, joten niihin voidaan puuttua ennakoivasti.

## 4.2 Alapohjarakenteet

Eteläsiivessä alapohjan rakennusfysikaalisesti toimimaton rakenne ja sisäilman laatua heikentävä vaikutus poistetaan uusimalla rakenne kokonaan. Työ tehdään poistamalla sekä alapohjarakenne että maatayttöä riittävästi. Purkutöissä huomioidaan alapohjan pinnoitteen asbestipitoisuus siten, että pinnoite määritellään purkutyöselostuksessa ensimmäisenä poistettavaksi asbestipurkutyönä.

Uusi alapohjarakenne toteutetaan asentamalla ensin kapillaarikatkokerrokseksi noin 8-16 mm sepeliä. Sepelikerroksen paksuuden tulee olla vähintään 300 mm. Kapillaarikatkokerrokseen asennetaan myös radonputkisto. Tämän päälle asennetaan EPS-eristys sekä 80 mm betoni-laatta. Alapohjan ja maanvastaisten seinien sekä alapohjan ja kantavien väliseinien rajapintoihin asennetaan radonkermit, joilla estetään vuotoilmavirtaukset alapohjan alta myös uudessa rakenteessa. Siten maaperän epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan. Radonkermillä alapohjarakenteen tiiveys saadaan toteutettua mahdollisimman hyvälle tasolle, mikä osaltaan mahdollistaa mahdollisimman pienen ilmanvuotoluvun koko rakennuksessa.

Uusi alapohjarakenne on rakennusfysikaalisesti toimiva rakenne. Pintamateriaali voidaan sen vuoksi valita vapaasti, joten sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ei uudessa rakenteessa ole käytännössä lainkaan.

Käytävissä ja muissa luokkatiloissa alapohjien pinnoitteet uusitaan. Käytäväseinien vierustoilte kosteuspoikkeama-alueille tehdään kapillaarisen kosteuden nousun katko Ardex EP 2000-epoksimassalla. Alapohjalaatassa olevat työsaumat ja halkeamat tiivistetään Monepox-epoksilla. Tiiveys varmistetaan Ardex-vesieristysmassalla ja vahvikenauhalla. Lattian ja ulko-seinien rajapinnat tiivistetään em. vesieristysmassalla ja vahvikenauhalla. Väliseinien alla mahdollisesti olevien työsaumojen tiiviys varmistetaan merkkiainekaasulla ja tarvittaessa tiivistetään Monepox-epoksilla.

Käytäväseinän varrelle luokkatiloihin asennetaan 4 kpl alapohjan täyttösorakerroksen alipaineistavat huippumurit. Huippumureiden poistot johdetaan vesikatolle. Huippumureilla poistetaan tiiliseinien perustuksien eli alapohjalaatan vahvennosvalujen kautta tulevaa kosteusrasitusta. Lisäksi alipaineistus osaltaan varmistaa lattia ja seinä-rajapinnan tiivistyskorjauksen toimintaa. Alipaineistuksella ei kuitenkaan korvata tiivistyskorjaukselta vaadittavaa tiiveystavoitetta.

Työsaliin alapohjarakenteet jäävät nykyiselleen, ainoastaan pinnoitteita uusitaan. Peruskorjauksessa alapohjarakenteen pinnoitteet uusitaan.

### 4.2.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Rakenteen kokonaan uusimisessa oleellista on työmaa-aikainen pölyn- ja kosteudenhallinta. Sen vuoksi jo suunnitteluvaiheessa laaditaan pölyn- ja kosteudenhallintaselvitys.

Purkutyö- ja korjaussuunnitelmissa huolehditaan purkutyön riittävän laajuuden varmistaminen. Suunnittelussa varaudutaan suunnitelmamuutoksiin työmaavaiheessa, sillä alapohjassa voi olla kohtia, joita ei pystytä uusimaan. Kyseisten kohtien tapauksissa huomioidaan suunnittelussa rakenteiden tiiveys uusiin rakenteisiin nähden sekä mahdollisen kapillaarisen kosteuden nousun vaikutukset.

Uuden alapohjarakenteen suunnittelussa huomioidaan betonin riittävän kuivumisen ja pinnoituskelpoisuuden seuranta jo suunnitelmissa.

Uusittavan alapohjarakenteen sekä sokkelin rajapintaan asennetaan radon-kermi. Radon kermi kiinnitetään sokkelirakenteeseen liimaamalla, joten sen tiiveyden varmistaminen on tärkeää. Korjaussuunnitelmissa määritellään katselmus, jolla radonkermien asennus ja toteutus todennetaan ennen muiden rakenteiden toteuttamista.

Alapohjarakenteiden tiiveys liittyviin rakenteisiin varmistetaan merkkiainekokein pistokoeluonteisesti RT 14-11197 kortin mukaisesti.

Alipaineimureilla tavoiteltava alipaineisuus alapohjan hiekkatilaan säädetään ja varmistetaan paine-eromittauksella.

Suunnitteluvaiheessa on huomioitu käytettävien materiaalien soveltuvuus käyttöikätaavoitteeseen verrattuna. Sekä materiaaleilla että työmenetelmillä tulee saavuttaa vähintään tavoiteltu käyttöikä. Uusien lattiapinnoitteiden alle tulee vähintään 5 mm matala-alkaalista tasoitetta.

#### **4.2.2 Käytönaikainen seuranta**

Korjattujen rakenteiden liittymien tiiveyden seurantaan laaditaan suunnitteluvaiheessa rakennuksen huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Rakenteiden tiiveys varmistetaan ja tarkistetaan pistokoeluonteisesti tarvittaessa merkkiainekaasukokein esim. kolmen vuoden välein. Käytönaikaisessa seurannassa huomioidaan tiivistyskorjauksen lyhyempi tekninen käyttöikä suhteessa peruskorjauksella tavoiteltavaan käyttöikään, jonka vuoksi tiiviyden varmistus tehdään lyhyemmällä seurantavälillä, tiivistyskorjausten teknisen käyttöiän ylittymisen jälkeen.

Alapohjarakenteen alipaineimureiden toimintahäiriöiden varalta järjestelmä varustetaan hälytysjärjestelmällä. Lisäksi alipaineistuksen toimintaa seurataan normaalina huoltotyönä. Alipaineimureiden toiminnan seurannasta laaditaan huoltokirjaan liitettävä ohjeistus.

Alapohjarakenteen tiiveys liittyviin rakenteisiin varmistetaan merkkiainekokein pistokoeluonteisesti RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Uusittavaan alapohjarakenteeseen ei nykytietämyksen mukaan jää riskejä.

Alapohjan liittymärakenteiden tiivistyksen jälkeen rakenteeseen ei nykytietämyksen mukaan jää sisäilman laatua heikentäviä riskejä. Uusittavien pinnoitteiden kosteusvaurioitumisriski hallitaan alustarakenteiden ja tasoitteiden pinnoituskelpoisuuden kosteusmittauksilla.

### **4.3 Ulkoseinärakenteet**

Ulkoseinärakenteen lämmöneristeessä ei ollut mikrobivaurioita. Ikkunoiden liittymärakenteiden kautta on merkittäviä vuotoilmavirtauksia sisäilmaan. Vuotoilmavirtausten mukana tuli mineraalivillaeristeen hajua sisälle. Ikkunoiden liittymärakenteet tiivistetään vahvikenauhalla ja vesieristysmassalla. Tiivistyskorjauksen lisäksi vuotoilmavirtauksia rakenteiden epätiiveyksien kautta vähennetään pääasiassa ulko- ja sisäilman paine-erojen hallinnalla.

#### **4.3.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ulkoseinärakenteiden tiiveys liittyviin rakenteisiin varmistetaan merkkiainekokein pistokoeluonteisesti RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.3.2 Käytönaikainen seuranta**

Korjattujen rakenteiden liittymien tiiviyn seurantaan laaditaan suunnitteluvaiheessa rakennuksen huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Rakenteiden tiiveys varmistetaan ja tarkistetaan pistokoeluonteisesti tarvittaessa merkkiainekaasukokein esim. kolmen vuoden välein. Käytönaikaisessa seurannassa huomioidaan tiivistyskorjauksen lyhyempi tekninen käyttöikä suhteessa peruskorjauksella tavoiteltavaan käyttöikään, jonka vuoksi tiiviyn varmistus tehdään lyhyemmällä seurantavälillä, tiivistyskorjausten teknisen käyttöiän ylittymisen jälkeen.

#### **4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ulkoseinärakenteisiin ei jää mikrobivaurioituneita materiaaleja. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

### **4.4 Sokkelirakenteet**

Sokkelirakenteisiin ei kohdistu korjauksia. Vuotoilmavirtaukset rakenteen kautta sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

#### **4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti tiiviysmittauksin esim. merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.4.2 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti tiiviysmittauksin merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ulkoseinärakenteisiin ei jää mikrobivaurioituneita materiaaleja. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

### **4.5 Väliseinärakenteet**

Väliseinärakenteita poistetaan ja uusitaan ainoastaan tilamuutoksien vaatimilla osilla. Väliseinien alla mahdollisesti olevien työsaumojen sijainti ja tiiveys varmistetaan korjaustyön yhteydessä merkkiainekaasumittauksin. Tarvittaessa epätiiveydet korjataan Monepox-epoksimasalla.



#### **4.5.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Työsaumojen mahdollisten tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoeluonteisesti merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.5.2 Käytönaikainen seuranta**

Ei toimenpiteitä.

#### **4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei riskejä ja toimenpiteitä.

### **4.6 Välipohjarakenteet**

Väestönsuojan päällä olevien tilojen välipohjarakenne uusitaan laajojen kosteus- ja mikrobivaurioiden vuoksi. Rakenteen uusimisen yhteydessä selviää myös kosteuden aiheuttaja yksiselitteisesti. Uusi välipohjarakenne tehdään nykyisen tietämyksen mukaan kosteusteknisesti toimivaksi.

IV-konehuoneen epätiivis muovimatto lattiapinnoite uusitaan epoksipohjaiseksi. Portaikon kulkuaukkoon ja putkikanavin lävistysten juuriin asennetaan harkkorakenteiset padotuskynnykset. Epoksipinnoite ulotetaan padotuskynnysten yläreunoihin saakka. Uusi epoksi-pohjainen lattiapinnoite toimii rakenteen vesieristeenä.

#### **4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Pintamateriaalien uusimisen yhteydessä varmistetaan pinnoituskelpoisuusvaatimusten täyttyminen kosteusmittauksilla.

#### **4.6.2 Käytönaikainen seuranta**

Käytönaikainen seuranta suoritetaan rakennuksen normaalin kunnossapidon yhteydessä. Välipohjarakenteisiin rajoittuvien kerrosten sisäilman laatua hallitaan sisä- ja ulkoilman välisillä paine-eroilla, jotka säädetään tasapainotilaan.

Epoksipinnoitteen kuntoa ilmanvaihtokonehuoneessa seurataan normaalina huoltotyönä.

#### **4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Välipohjarakenteiden korjausratkaisuihin ei sisälly riskejä.

### **4.7 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Ilmanvaihtojärjestelmä on vanhentunut ja tekniseltä käyttöiältään elinkaarensa lopussa. Ilmanvaihtokoneen kammioissa sekä äänenvaimentimissa ja pääte-elimissä on mineraalivillaa. Ilmanvaihtojärjestelmä kanavistoineen ja koneineen sekä ohjausjärjestelmineen uusitaan kokonaisuudessa.

#### **4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Uusitun IV-järjestelmän tekniseltä käyttöiältään 10...15 vuotta olevien osien kuten esim. puhaltimien kunto tarkistetaan elinkaaren lopulla. Järjestelmälle laaditaan kuntoarvion mukainen uusimistarve aikatauluineen.

Uusitun ilmanvaihtojärjestelmän huolto- ja korjaustoimet liitetään huoltokirjaan.

Tilojen ilmamäärät ja paine-erot mitataan ja säädetään korjaustöiden päätteeksi.

#### **4.7.2 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi noin 2-3 vuoden kuluttua tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, varmistetaan, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

#### **4.7.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei suoria ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä riskejä. Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat riskit ovat sekundaarisia, joita ilmanvaihtojärjestelmän toimintajärjestelmät voivat aiheuttaa esim. rakenteiden epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan. Nämä riskit ja niiden hallinta on esitetty kunkin rakenneosan yhteydessä.



## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA .....	3
	<b>1.1 Rajaukset kohteessa .....</b>	<b>3</b>
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
	<b>2.1 Alapohjarakenteet.....</b>	<b>4</b>
	2.1.1 Alapohjarakenteet yleisesti.....	4
	2.1.2 Alapohjarakenne kellarikerroksen väestösuojatiloissa .....	4
	2.1.3 Alapohjarakenne luokassa kylmän autotallin päällä .....	4
	<b>2.2 Maanvastaiset seinärakenteet.....</b>	<b>5</b>
	<b>2.3 Ulkoseinärakenteet.....</b>	<b>5</b>
	2.3.1 Ulkoseinät yleisesti.....	5
	2.3.2 Ulkoseinät ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla .....	5
	2.3.3 Sokkelirakenne .....	5
	<b>2.4 Väliseinärakenteet .....</b>	<b>6</b>
	<b>2.5 Välipohjarakenteet.....</b>	<b>6</b>
	<b>2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....</b>	<b>6</b>
	2.6.1 Yläpohjarakenteet yleisesti.....	6
	2.6.2 Yläpohjarakenteet eteisaulassa ja porrashuoneissa .....	7
	2.6.3 Kattovesien ohjaus.....	7
	<b>2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä.....</b>	<b>7</b>
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA .....	8
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT .....	8
	<b>4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä .....</b>	<b>8</b>
	<b>4.2 Alapohjarakenteet .....</b>	<b>9</b>
	4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	9
	4.2.2 Käytönaikainen seuranta.....	9
	4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	9
	<b>4.3 Ulkoseinärakenteet.....</b>	<b>9</b>
	4.3.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	9
	4.3.2 Käytönaikainen seuranta.....	10
	4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
	<b>4.4 Sokkelirakenteet.....</b>	<b>10</b>
	4.4.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	10
	4.4.2 Käytönaikainen seuranta.....	10
	4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
	<b>4.5 Väliseinärakenteet .....</b>	<b>10</b>
	4.5.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	10
	4.5.2 Käytönaikainen seuranta.....	10
	4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
	<b>4.6 Välipohjarakenteet.....</b>	<b>11</b>
	4.6.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	11
	4.6.2 Käytönaikainen seuranta.....	11
	4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
	<b>4.7 Ilmanvaihtojärjestelmä.....</b>	<b>11</b>
	4.7.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	12
	4.7.2 Käytönaikainen seuranta.....	12
	4.7.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	12

## 1 Perustiedot kohteesta

Tämä selvitys on tehty kiinteistön omistajan toimeksiannosta ja siinä tarkastellaan rakennuksen rakenteiden kuntoa sekä niiden korjaustarvetta peruskorjauksen ja tilamuutosten yhteydessä.

Koulurakennus on valmistunut 1985. Rakennus on osittain yksi- ja osittain kaksi- sekä osittain kolmekerroksinen. Kellarikerroksessa sijaitsevat varastotiloina toimivat väestönsuojatilat sekä kylmä autotalli. Ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa ovat laboratorio-, luokka- ja sosiaalitilat. Kolmannessa kerroksessa on porrasaula ja ilmanvaihtokonehuone.

Rakennuksen kantavarunko on teräsbetonirakenteinen ja paikalla valettu. Ulkoseinien lämmöneristeenä on mineraalivilla ja julkisivut ovat tiilimuurausta. Keskellä rakennusta sijaitsevan porrashuoneen osalla yläpohja on paikallavalettu ja teräsbetonirakenteinen ylälaattapalkisto. Muutoin väli- ja yläpohjat ovat ontelolaattarakenteisia. Yläpohjien lämmöneristeenä on mineraalivillaa. Vesikatteena on maalattu konesaumapelti ilman aluskatetta. Pulttikattoisen vesikaton kattovedet ohjataan peltirakenteisin kouruin ja syöksytorvin. Osittain kattovesille on ohjaus syöksytorvien alta kaivoilla ja putkella, osittain ohjaus on pintakouruin tai ne valuvat rakennuksen vierustalle. Perustusrakenteet on salaojitettu muovisella salaojaputkella.

Rakennuksen ilmanvaihto on toteutettu koneellisesti alkuperäisellä tulo- poistojärjestelmällä. Laboratoriotiloista on lisäksi poistoilmanvaihtoa huippuimureilla. Kellarikerroksen väestönsuojassa on erillinen ilmanvaihto.

Rakennuksen käyttäjät ovat kokeneet oireita ja olosuhdehaittoja, joiden on oletettu johtuvan rakennuksesta. Lisäksi osassa työtiloja on aistittu poikkeavaa hajua. Osittain tiloja on poistettu käytöstä hajuhaittojen vuoksi.

Tämä selvitys perustuu käytössä oleviin tutkimustuloksiin, korjaussuunnitelmiin sekä rakennuksen rakenteisiin tehtyihin kuntotutkimuksiin vuosina 2015-2016. Rakennuksen korjauksilla suunniteltu tavoiteltava käyttöikä on 1-3 vuotta. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöikänsä aikana.

Merkittävimpiä muutostyöt ja korjaustoimenpiteet.

- Tila- ja käyttötarkoituksimuutoksia noin 2010.

### 1.1 Rajaukset kohteessa

Tutkimukset ja selvitykset on tehty pääasiassa rakennuksen sisäpuolisiin tiloihin. Rakennearvauksia on tehty vain rakenteisiin, joissa on silminnähden havaittu epäkohtia. Tutkimusten ulkopuolelle on rajattu mm. vesikatto, jonka kuntoa on arvioitu lähinnä ullakkotilasta lämmöneristeiden yläpinnalta havaittujen vesivuotojälkien suurella määrällä.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty pintakosteuskartoitus ja rakenteiden kunnon silmämääräinen katselmus vuosina 2015...2016. Lisäksi rakennetutkimuksissa on selvitetty materiaalien mikrobiologista kuntoa paikallisesti. Kohteeseen ei ole tehty kokonaisvaltaista asbesti ja haitta-ainetutkimusta, vaan AHA-tutkimus tehdään korjausten yhteydessä. Havaintojen ja tutkimusten tulosten perusteella on altistumisolosuhteiden arviointi tehty Työterveyslaitoksen ohjeistusta

soveltaen. Tehtyjen tutkimusten tuloksia on hyödynnetty rakennuksen rakenteiden korjaussuunnittelussa 2016.

## **2.1 Alapohjarakenteet**

### **2.1.1 Alapohjarakenteet yleisesti**

Yleisesti rakennuksen maanvaraisena alapohjarakenteena on alkuperäinen teräsbetonilaatta 80 mm. Lämmöneristeenä on polystyreeni eli Styrox-levy 50 mm keskellä rakennusta ja metrin levyisellä reuna-alueella 100 mm. Lämmöneristeen ja betonilaatan välissä on sitkeä valupaperi. Lämmöneristeen alla on tiivistetty, raekooltaan vaihteleva monttusoratäyttö  $\geq 200$  mm. Lattiapinnoitteena on yleisesti vinyylilaatta, laboratoriotiloissa on klinkkerilaatoitusta. WC- ja sosiaalitilojen lattiapinnoitteena on akryylibetonia ja muovimattoa.

Ensimmäisen kerroksen lattiapinnoitteiden alla todettiin poikkeavaa kosteutta eteläpäädyn asunnon pesutilojen lattioissa. Lisäksi molempien sosiaalitilojen yhteydessä olevien wc-tilojen lattioissa oli poikkeavaa kosteutta. Yhden luokahuoneen alapohjarakenteissa oli pienialaisesti poikkeavaa kosteutta.

Pesu- ja wc-tilojen lattioiden poikkeavat kosteudet johtuvat vesilinjojen ja -laitteiden vuotovesien pääsystä pinnoitteiden alle.

Alapohjarakenteen liikuntasaumat olivat halkeilleet ja niiden kautta todettiin merkittäviä ilmavuotoja. Myös alapohjarakenteen liittymistä ulkoseinärakenteisiin todettiin vähäisiä ja paikallisia ilmavuotoja sisäilmaan.

Alapohjarakenteen vaurioiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

### **2.1.2 Alapohjarakenne kellarikerroksen väestösuojatiloissa**

Väestösuojan maanvarainen alapohja on 50 mm pintabetonilaatta ja kantava teräsbetonilaatta 150 mm. Koneellisesti tiivistetty sorastus  $\geq 200$  mm. Sorastuksen ja betonin välissä on sitkeä valupaperi.

Väestösuojan lattiassa oli yleisesti kosteuspoikkeamaa. Kosteuspoikkeama johtuu rakenteen alta maakerroksista kapillaarisesti ja / tai diffuusiolla nousevasta kosteudesta.

Väestösuojan alapohjarakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

### **2.1.3 Alapohjarakenne luokassa kylmän autotallin päällä**

Pintabetonilaatta on 50 mm ja kantava teräsbetonilaatta 150 mm. Lämmöneristeenä kylmän tilan puolella on mekaanisesti kiinnitettynä 120 mm polyuretaanilevyä.

Alapohjarakenteessa ei todettu poikkeavaa kosteutta eikä pinnoitevaurioita.

Kylmän autotallin päällä olevan alapohjarakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

## 2.2 Maanvastaiset seinärakenteet

Rakennuksen maanvastaiset seinärakenteet ovat eteläpäädyssä sijaitsevan väestönsuojan alueella. Seinärakennetta ei ole tässä yhteydessä avattu eikä varmistettu.

Seinärakenteet olivat normaalissa kunnossa, eikä niissä todettu poikkeavaa kosteusrasitusta.

Rakennuksen maanvastaisten seinien vaikutus sisäilmaan laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

## 2.3 Ulkoseinärakenteet

### 2.3.1 Ulkoseinät yleisesti

Ulkoseinärakenne on tuuletusraolla varustettu tiili-villa-teräsbetoni rakenteinen. Lämmöneristeenä on 150 mm mineraalivillaa. Osassa luokkatiloja oli seinän alaosaan jätetty rakentamisen aikaiset betonimuottien välikalikat. Välikalikoissa oli voimakas mikrobiperäinen haju. Lämmöneristeissä ei todettu mikrobiperäistä hajua. Rakenteen lämmöneristekerroksesta pistokoemaisesti mitatut kosteuspitoisuudet olivat normaalia tasoa.

Seinärakenteesta todettiin merkittäviä ja säännöllisesti esiintyviä ilmavuotoja, puukalikoiden liittymistä, lattia ja seinä –rajapinnoista sekä ikkunarakenteiden liittymistä. Tästä aiheutuu mineraalivillalämmöneristeen hajujen kulkeutuminen sisäilmaan. Paikallisia vähäisiä ilmavuotoja todettiin myös teräsbetonirakenteisen sisäkuoren hiushalkeamien kautta.

Ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

### 2.3.2 Ulkoseinät ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla

Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinärakenne on teräsrunkoinen. Seinien sisäpuolella on 50 mm kovaa suojaamatonta mineraalivillaa. Varsinainen lämmöneristys on 100 mm mineraalivillaa. Eristekerrosten välissä on höyrynsulkumuovi. Tuuletusraon sisäpintana on Bitulit-tuulensuojalevy. Ulkopuolen pinnoitteena on muovipinnoitettu teräsprofiilipelti.

Suojaamattomista mineraalivillaeristeistä on teollisten mineraalikuitujen leviäminen tilan sisäilmaan mahdollista, joten vaikutus on paikallinen.

Teollisten mineraalikuitujen leviämisen vuoksi ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinien vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen, kun huomioidaan että koneen tiiveys on hyvä.

### 2.3.3 Sokkelirakenne

Ulkoseinän sokkelihalkaisun lämmöneristeenä on 100 mm polystyreeniä. Sokkelien maanalaisilla osilla ei ole ulkopuolista vesieristystä. Sokkelihalkaisun lämmöneristeen kuntoa ei ole tutkittu.

Sokkelin ja ulkoseinän rajapinnasta on todettu paikallisia ja vähäisiä ilmavuotoja sisäilmaan.

Sokkelirakenteen vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.



## 2.4 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat pääasiassa kalkkihiekkatiilirakenteisia. Vähäisesti tilamuutosten yhteydessä väliseiniä on tehty myös puu- ja peltirankarunkoisina levyseininä. Muurattujen väliseinien alla on alapohjalaatan työsaumoja. Lisäksi muurattujen väliseinien liittymärakenteissa ulkoseinän teräsbetoniseinään todettiin rakoja, joiden kautta kulkeutuu äänet tilojen välillä esteettä. Epätiiveyksien kautta tapahtuu myös ilmavirtauksia, riippuen viereisten tilojen välisistä painesuhteista.

Väliseinärakenteet sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

## 2.5 Välipohjarakenteet

Yleisesti välipohjarakenne on ontelolaattarakenteinen, jonka päälle on valettu tasausbetoni. Luokkatilojen ja käytävien lattiapinnoitteena on vinyylilaatta.

Liikuntasaumojen kohdilla on vinyylilaatta ja liima vaurioitunut paikallisesti kosteuden pääsystä rakenteeseen. Kosteus pintarakenteeseen on aiheutunut vuoto- ja/tai siivousvesistä.

Ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla välipohjan ontelolaatan päällä on 50 mm kovaa mineraalivillaa. Mineraalivillan päällä on noin 50 mm teräsbetonilaatta kallistuksineen. Pintalaatan ja lämmöneristeen välissä on sitkeä suojapaperi. Ilmanvaihtokonehuoneen lattiapinnoitteena on muovimatto hitsatuin saumoin.

Väestönsuojan kohdalla välipohjarakenne on teräsbetonilaatta 80 mm, hienojakoinen hiekka 220 mm ja väestönsuojan teräsbetoninen katto 300 mm.

Käytävien ja aulojen sisäkatot ovat metallikiskojen varaisesti ripustettua maalattua peltisälettä (Lautex). Säleiden päällä on äänieristeenä pussitettua mineraalivillaa. Alakattojen päälle on kerääntynyt runsaasti pölyä ja remonteissa aiheutettua rakennusjätettä. Alakaton yläpuolella johdettujen ilmanvaihtokanavien eristysenä on suojaamatonta mineraalivillaa. Suojaamattomista mineraalivillaeristeistä on mahdollista kulkeutua teollisia mineraalikuituja sisäilmaan.

Luokkien sisäkatossa on osittain liimattu mineraalivillapohjainen akustolevy. Liikuntasaumojen kohdilla akustolevyissä on paikallisia kosteusvaurioita. Nämä johtuvat yläpuolelta valuneista irto- tai siivousvesistä.

Käytävien ja aulatilojen osalla välipohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on erittäin todennäköinen.

Luokkahuoneiden ja muiden tilojen osalla välipohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on paikallisesti todennäköinen ja yleisesti mahdollinen.

## 2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

### 2.6.1 Yläpohjarakenteet yleisesti

Yleisesti yläpohja on ontelolaattarakenteinen. Lämmöneristeenä on 250 mm mineraalivillaa ja 50 mm tuulensuojamineraalivillaa.

Ontelolaataston osalla oli liikuntasaumojen epätiiveyksistä merkittäviä ilmavuotoja yläpohjan eristetilaan.

Yleisesti vesikatto on teräsbetonisen ontelolaataston päältä puupukkirakenteilla kannatettu. Vesikatteena on maalattu konesaumapelti harvan aluslaudoituksen päällä. Vesikatteelle ei ole asennettu aluskatetta. Ullakkotilan tuulettuminen räystäsrakojen kautta on riittävää.

Ullakkotilassa tuulensuojamineraalivillan pinnalla on paikallisia pienialaisia vesivuotojen valumajälkiä. Myös sisääntuloaulan akustolevyissä on pienialainen kosteuden aiheuttama jälki.

Veden valumajäljet johtuvat todennäköisimmin vesikaton paikallisista vuodoista mm. jiirien kohdilta. Kosteuden tiivistymistä katteen alapintaan ei myöskään voida täysin poissulkea.

Yläpohjarakenteen sisäilmaa heikentävä vaikutus ontelolaattojen ilmavuotojen kautta on paikallinen mutta merkittävä.

Yläpohjarakenteen vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

## **2.6.2 Yläpohjarakenteet eteisaulassa ja porrashuoneissa**

Porras- /eteisaulan ja porrashuoneiden yläpohja on paikallavalettu teräsbetonilaatta. Puukoolaukset ovat ristikoolauksena ja lämmöneristeenä on 250 mm mineraalivillaa sekä 50 mm tuulensuojamineraalivillaa.

Porrasaulan kohdalla vesikaton alla on harvalaudoitus ja puukoolaus / ilmaväli 100 mm. Käytössä olleissa piirustuksissa rakenteessa on esitetty aluskate, mutta sitä ei ole varmistettu avaimella rakennetta.

Ensimmäisen kerroksen matalalla osalla on yläpohjarakenteen paikallavalupalkkeihin jätetty muottilaudoitukset purkamatta.

Ensimmäisen kerroksen matalan osan yläpohjarakenteen vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on paikallisesti todennäköinen.

## **2.6.3 Kattovesien ohjaus**

Kattovedet ohjataan peltirakenteisin kouruin ja syöksytorvin. Osittain kattovesille on ohjaus syöksytorvien alta kaivoilla ja putkella, osittain ohjaus on pintakouruin. Osittain kattovedet valuvat sokkelin vierustalle, kastellen perustus- ja sokkelirakenteita.

Kattovesien ohjauksen puutteet sokkelirakenteen kosteusteknisen toiminnan kannalta ovat paikallisia. Sokkelirakenteen eristetilän mahdollisen vaurioitumisen vaikutus sisäilmaa heikentävänä on paikallinen mutta merkittävä.

Sokkelirakenteiden vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

## **2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Ilmanvaihtokoneiden kammioissa ja äänenvaimentimissa on mineraalivillapohjaisia äänieristeitä peltisen reikälevyn takana. Mineraalivillaa sisältävistä äänieristeistä voivat teolliset mineraalikulut irrota ja kulkeutua tuloilman mukana sisäilmaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän kautta mahdollisesti leviävien teollisten mineraalikulutujen sisäilmaa heikentävä vaikutus on merkittävä.

Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaa heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

### 3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia

Ulkoseinien lämmöneristetilasta on ilmavuotoja lattia- ja seinärajapinnoista, ikkunoiden liittymärakenteista sekä betoniseinien halkeamista. Lisäksi rakennusaikaisten muottivälkkeiden liittymien sekä liikuntasaumojen epätiivetyksistä on paikallisia mutta merkittäviä ilmavuotoja.

Ala- ja välipohjarakenteissa olevat paikalliset pinnoitevauriot heikentävät paikallisesti sisäilman laatua.

Rakennuksen väli- ja yläpohjarakenteista on paikallisia, mutta merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan, jotka heikentävät paikallisesti sisäilman laatua.

Ilmanvaihtojärjestelmän kammioiden ja pääte-elinten mineraalivillapohjaisista äänieristeistä on mahdollista irrota ja levitä tuloilman mukana teollisia mineraalikuuita tuloilman mukana sisäilmaan.

Rakennuksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhtetaso on tasolla 3 eli todennäköinen. Vaurioituneet rakenteet vaativat käyttöä turvaavia toimenpiteitä, jotta tilojen käyttöä voidaan jatkaa.

### 4 Korjaussuunnitteluratkaisut

Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyysarvio on tehty korjaustyön suunnitteluvaiheessa.

#### 4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä

Korjaussuunnittelussa rakennuksen tiivistyskorjausten käyttöikätaavoitteksi asetettiin 5...10 vuotta. Rakennuksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde korjausten jälkeen on taso 2 eli mahdollinen.

Korjauksissa tavoitteeksi asetettiin sisäilmaan merkittävästi vaikuttavien epäpuhtauksien poisto rakenteista sekä rakenteiden tiivistyskorjaus. Korjauksissa huomioidaan myös ilmanvaihto- ja muut tekniset järjestelmät sekä rakenteiden kosteustekninen toiminta.

Korjaussuunnittelussa on ilmavuotojen estämiseksi esitetty tehtäväksi tiivistyskorjauksia vahvikenauhaa ja vesieristysmassaa käyttäen. Tiivistyskorjauksen tiiveystasoksi on asetettu taso 2, eli ”merkittävä tiiveyden parantaminen”. Nykyisin käytössä oleville tiivistysmateriaaleille annetaan tekniseksi käyttöikäksi 10...15 vuotta, joka vastaa korjauksilla tavoiteltavaa 5...10 vuoden käyttöikää. Tiiveystason on oltava tasoa 2 koko tavoiteltavan käyttöajan ajan.

Tiivistyskorjauksista tehdään ns. mallihuone, jossa tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti. Mallihuoneen tiivistyskorjauksessa havaitaan myös tiivistyskorjaukseen liittyvät epävarmuustekijät sekä kohdekohtaiset riskit, joten niihin voidaan puuttua ennakoivasti.

## 4.2 Alapohjarakenteet

Valtaosa alapohjarakenteiden pintamateriaaleista jää ennalleen. Alapohjarakenteiden pintamateriaalit uusitaan ainoastaan yksittäisiin tiloihin liikuntasaumojen kohdilla sekä poikkeavan kosteuden alueilla. Kostuneet rakenteet kuivatetaan poikkeavan kosteuden alueilla. Rakenteen kuivuminen varmistetaan rakennekosteusmittauksin. Lattian ja ulkoseinien rajapinnat sekä liikuntasaumat tiivistetään Ardex-vesieristysmassalla ja vahvikenauhalla. Ennen tiivistyskorjausta liikuntasäuma täytetään joustavaksi jäävällä uretaanivaahdolla. Väliseinien alla mahdollisesti olevien työsaumojen tiiveys varmistetaan merkkiainekaasulla ja tarvittaessa tiivistetään Monepox-epoksilla.

### 4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus

Alapohjarakenteen tiiveys liittyviin rakenteisiin varmistetaan merkkiainekokein pistokoeluonteisesti RT 14-11197 kortin mukaisesti.

Poikkeavilla kosteusalueilla rakenteen pinnoituskelpoisuudet varmistetaan rakennekosteusmittauksin ennen uusien pinnoitteiden asennusta.

Suunnitteluvaiheessa on huomioitu käytettävien materiaalien soveltuvuuden arviointi käyttötarkoitteeseen verrattuna. Sekä materiaaleilla että työmenetelmillä tulee saavuttaa vähintään tavoiteltu käyttöikä. Uusittavien muovisten lattiapinnoitteiden alle tulee vähintään 5 mm matala-alkaalista tasoitetta.

### 4.2.2 Käytönaikainen seuranta

Korjattujen rakenteiden liittymien tiiveyden seurantaan laaditaan suunnitteluvaiheessa rakennuksen huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Rakenteiden tiiveys varmistetaan ja tarkistetaan pistokoeluonteisesti tarvittaessa merkkiainekokein esim. kolmen vuoden välein RT 14-11197 kortin mukaisesti. Mikäli rakennusta aiotaan käyttää suunnitellun käyttöiän jälkeen eli yli 10 v, tulee altistumisen arviointi tehdä uudelleen.

### 4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Alapohjan liittymärakenteiden tiivistyksen jälkeen rakenteeseen ei nykytietämyksen mukaan jää sisäilman laatua heikentäviä riskejä. Uusittavien pinnoitteiden kosteusvaurioitumisriski hallitaan alustarakenteiden ja tasoitteiden pinnoituskelpoisuuden kosteusmittauksilla.

## 4.3 Ulkoseinärakenteet

Ulkoseinärakenteen lämmöneristeessä ei ole todettu mikrobivaurioita. Ikkunoiden liittymärakenteiden kautta on merkittäviä vuotoilmavirtauksia sisäilmaan. Vuotoilmavirtausten mukana kulkeutuu mineraalivillieristeen hajua sisälle. Ikkunoiden liittymärakenteet tiivistetään vahvikenauhaa ja vesieristysmassaa käyttäen. Tiivistyskorjauksen lisäksi vuotoilmavirtauksia rakenteiden epätiiveyksien kautta vähennetään pääasiassa ulko- ja sisäilman paine-erojen hallinnalla.

### 4.3.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti tiiveysmittauksin merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti

#### **4.3.2 Käytönaikainen seuranta**

Korjattujen rakenteiden liittymien tiiveyden seurantaan laaditaan suunnitteluvaiheessa rakennuksen huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma tavoiteltavan käyttöiän ajalle. Rakenteiden tiiveys varmistetaan ja tarkistetaan pistokoeluateisesti tarvittaessa merkkiainekokein esim. kolmen vuoden välein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ulkoseinärakenteissa ei ole todettu mikrobivaurioituneita materiaaleja. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

### **4.4 Sokkelirakenteet**

Sokkelirakenteisiin ei kohdistu korjauksia. Vuotoilmavirtaukset rakenteen kautta sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat hallisemattomat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

#### **4.4.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti tiiveysmittauksin esim. merkkiainekokein RT 14-11197 kortin mukaisesti.

#### **4.4.2 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti tiiveysmittauksin merkkiainekokein suunnitelmien mukaisesti.

#### **4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Sokkelirakenteisiin ei jää mikrobivaurioituneita materiaaleja. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan pääasiassa paine-erojen säätämällä tasapainoon. Paine-erojen hetkellisten vaihtelujen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset rakenteista estetään tiivistyskorjauksilla.

### **4.5 Väliseinärakenteet**

Väliseinärakenteita poistetaan ja uusitaan ainoastaan tilamuutoksien vaatimilla osilla. Mahdolliset työsaumojen epätiiviydet muurattujen väliseinien alta paikannetaan merkkiainekaasumittauksin. Työsaumojä tiivistetään tarvittavilla osin Monepox-epoksilla.

#### **4.5.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ei toimenpiteitä.

#### **4.5.2 Käytönaikainen seuranta**

Ei toimenpiteitä.

#### 4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Väliseinärakenteiden korjausratkaisuihin ei sisälly riskejä.

### 4.6 Välipohjarakenteet

Käytävien ja porrasaulojen alaslaskettujen metallisälekattojen pussitetut mineraalivillaeristeet poistetaan koko rakennuksen osalla. Alakaton yläpuolinen tila siivotaan huolellisesti kertyneestä pölystä. Teollisten mineraalikuitujen leviämisen estämiseksi alakattotilassa johdettujen iv-kanavien suojaamattomat mineraalivillaeristeet käsitellään Grafoseal-ruiskutuksella.

Väestönsuojan päällä olevan välipohjarakenteen lievän kosteusrasituksen aiheuttaja selvitetään tulevassa peruskorjausvaiheessa. Käyttöäturvaavissa toimenpiteissä varmistetaan väestönsuojan päällä olevien tilojen pintarakenteiden tiiveys pesutilojen osalta.

Välipohjien vaurioituneita pinnoitteita uusitaan vain liikuntasaumojen kohdilla olevien tilojen osalta. Välipohjarakenteiden epätiivit liikuntasumat ja talotekniikan lävistysten juuret tiivistetään tiivistyskorjaamalla vesieristysmassalla.

Ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla olevaan välipohjaan ei kohdistu korjaustoimia.

#### 4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Pintamateriaalien uusimisen yhteydessä varmistetaan pinnoituskelpoisuusvaatimusten täyttyminen.

Tiivistyskorjausten tiiveys varmistetaan pistokoemaisesti merkkiainekaasumittauksin korjaustyön aikaisena laadunvarmistuksena.

#### 4.6.2 Käytönaikainen seuranta

Käytönaikainen seuranta suoritetaan rakennuksen normaalin kunnossapidon yhteydessä. Välipohjarakenteisiin rajoittuvien kerrosten sisäilman laatua hallitaan sisä- ja ulkoilman välisillä paine-eroilla, jotka säädetään tasapainotilaan.

#### 4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Välipohjarakenteiden korjausratkaisuihin ei sisälly riskejä.

### 4.7 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän laitteiston kunto tarkistetaan ja varmistetaan. Käyttöältään elinkaaren lopussa olevat ja rikkonaiset järjestelmän osat uusitaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän kammioissa reikäpellin takana ja äänenvaimentimissa sekä tuloilman päätelaitteissa on suojaamatonta mineraalivillaa, joten teolliset mineraalikuidut voivat kulkeutua tuloilman mukana sisäilmaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän suojaamattomat mineraalivillaeristeet poistetaan ja korvataan Dagron-eristeellä. Järjestelmä puhdistetaan ja ilmamäärät säädetään suunnitelmien mukaisiksi ennen järjestelmän käyttöönottoa. Ilmamäärien säätöjen yhteydessä tarkistetaan myös sisäilman paine-ero ulkoilman suhteen.

#### **4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Mikäli järjestelmään jätetään osia, joiden tekninen käyttöikä täyttyy rakennuksen tavoiteltavan käyttöiän aikana, aikataulutetaan niiden kunnon tarkistus huoltokirjaan liitettävällä PTS-aikataululla. Järjestelmälle laaditaan kuntoarvion mukainen uusimistarve aikatauluineen.

Ilmanvaihtojärjestelmän huolto- ja korjaustoimet liitetään huoltokirjaan.

Tilojen ilmamäärät ja sisäilman paine-erot ulkoilman suhteen mitataan ja säädetään korjaustöiden päätteeksi.

#### **4.7.2 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi noin 2-3 vuoden kuluttua tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, varmistetaan, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

#### **4.7.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei suoria ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä riskejä. Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat riskit ovat sekundäärisiä, joita ilmanvaihtojärjestelmän toimintajärjestelmät voivat aiheuttaa esim. rakenteiden epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan. Nämä riskit ja niiden hallinta on esitetty kunkin rakenneosan yhteydessä.





## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA.....	3
1.1	<b>Korjaushistoria .....</b>	<b>3</b>
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
2.1	<b>Alapohjarakenteet .....</b>	<b>4</b>
2.2	<b>Maanvastaiset seinärakenteet .....</b>	<b>4</b>
2.3	<b>Ulkoseinärakenteet .....</b>	<b>5</b>
2.4	<b>Väliseinärakenteet .....</b>	<b>5</b>
2.5	<b>Välipohjarakenteet .....</b>	<b>6</b>
2.6	<b>Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....</b>	<b>6</b>
2.7	<b>Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin.....</b>	<b>7</b>
2.8	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä.....</b>	<b>7</b>
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA.....	7
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT .....	8
4.1	<b>Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä .....</b>	<b>8</b>
4.2	<b>Alapohjarakenteet .....</b>	<b>8</b>
4.2.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	8
4.2.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	8
4.2.3	Käytönaikainen seuranta.....	8
4.3	<b>Maanvastaiset seinärakenteet .....</b>	<b>9</b>
4.4	<b>Väliseinärakenteet .....</b>	<b>9</b>
4.4.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	9
4.4.2	Käytönaikainen seuranta.....	9
4.4.3	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	9
4.5	<b>Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....</b>	<b>9</b>
4.6	<b>Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin.....</b>	<b>9</b>
4.6.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	10
4.6.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
4.6.3	Käytönaikainen seuranta.....	10
4.7	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä.....</b>	<b>10</b>
4.7.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	10
4.7.2	Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	10
4.7.3	Käytönaikainen seuranta.....	10

## 1 Perustiedot kohteesta

Rakennus 4 on valmistunut vuonna 1963. Rakennuksessa on juhlasali, luokkarakennus, työhuoneita, henkilökunnan taukotila sekä varasto- ja sosiaali-tiloja. Rakennuksessa on tehty peruskorjaus vuonna 1998. Peruskorjauksessa on uusittu ilmanvaihtojärjestelmät sekä käyttövesi-, viemärointi- ja lämmitysputkistot. Lisäksi peruskorjauksessa on uusittu ikkunarakenteet ja julkisivun maalikerros sekä vesikate on maalattu. Myös sisäpinnat ja lattiapinnoitteet on uusittu peruskorjauksessa.

Rakennus 4 liittyy yhdyskäytävien kautta vuosina 1957 ja 1976 rakennettuihin koulurakennuksiin. Kolmelta eri rakennusaikakaudelta olevan rakennuksen välissä on ruokala ja keittiö.

### 1.1 Korjaushistoria

Rakennuksesta saatujen tausta-aineistojen perusteella rakennuksessa on tehty seuraavia korjaustoimenpiteitä vuosien 1998 – 2012 välisenä aikana.

- Vuosi 1998: Lämmitysjärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 1998: Käyttövesi- ja viemärointijärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 1998: Ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 1997 - 98: Peruskorjaus: lattia-, katto- ja seinäpintojen uusiminen. Peruskorjauksessa on uusittu ikkuna- ja ovirakenteet, julkisivun ja vesikatteen maalaus
- Vuosi 2012: Henkilökunnan taukokuoneen kosteusvauriokorjaukset, väestösuojan kattorakenteen uusiminen, maanvastaisen seinärakenteen kosteus- ja lämmöneristys, ilmanvaihtokoneiston uusiminen

Rakennuksen juhlasali sekä opetus- ja työtilat on poistettu käytöstä syksyllä 2016. Vahtimestarien työtiloissa on tehty korjauksia, joilla tavoitteillaan noin viiden vuoden käyttöikä. Vahtimestarien työtiloissa tehtyjen korjausten tavoitteena on poistaa tai vähentää vuotoilmavirtauksia todetuista vaurioista. Vaurioituneet pintamateriaalit on poistettu. Juhlasali sekä opetus- ja työtilat on poistettu käytöstä erottamalla tilat sulkuseinällä käytävään ja alipaineistamalla tilat ympäröiviin tiloihin nähden.

Tämä selvitys perustuu rakennuksessa tehtyyn kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen, korjaussuunnitelmiin ja tehtyihin korjauksiin. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöikänsä aikana.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Ympäristöoppaan 2016 mukaisesti sekä altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen ohjeen mukaisesti. Lisäksi kohteeseen on tehty haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-aineiden osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.1 Alapohjarakenteet

Juhlasalin sekä luokkarakennuksen alapohjarakenteena on pääasiassa maanvarainen teräsbetonilaatta, jonka lämmöneristeenä on vakautettu kevytsora ja kosteuden eristeenä rakennusmuovi. Kuntotutkimusten perusteella teräsbetonilaatassa sekä vinyyli- ja linoleum-mattopinnoitteiden alla oli poikkeavaa kosteutta. Luokkarakennuksen lattiapinnoitteissa ja –tasotekerroksissa oli laaja-alaisia mikrobivaurioita.

Maanvaraisen teräsbetonilaatan alapuolella oleva muovi ei estä maaperäkosteuden kapillaarista nousua lattiarakenteeseen ja maanvaraisen laatan vakautetun kevytsorakerroksen alapuolella on hienojakoinen hiekkatäyttö. Vakautettu kevytsorakerros ei ole riittävä estämään alustäytön lämpenemistä, joten täyttökerroksen vesihöyrypitoisuus kasvaa. Kosteus siirtyy maaperästä myös diffuusion avulla lattiarakenteeseen. Luokka- ja työtiloissa sekä aulaissa on lattiapinnoitteina vesihöyryä huonosti läpäiseviä lattiapinnoitteita, jolloin kosteuspitoisuus kasvaa lattiapinnoitteen alla. Juhlasalin alapohjarakenteena olevan teräsbetonilaatan päällä on muovi ja parkettilattian alla solumuovikerros. Kosteuspitoisuus kasvaa teräsbetonilaatan yläpintaan tiiviin muovikerroksen alle. Kostean teräsbetonilaatan pintaan voi muodostua mikrobikasvua, jos betonilaatan pinnalla on pölyä tai likaa. Parkettilattiassa ei havaittu vaurioita. Luokka- ja työtilojen linoleum-mattopinnoitteet sekä lattian tasotekerrokset ovat mikrobivaurioituneet. Myös aulan vinyyli- ja linoleum-mattopinnoitteet ovat mikrobivaurioituneet. Alapohjarakenteen tasote- ja lattiapinnoitteiden vauriot ovat laaja-alaisia ja niiden hiekkentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Käytävän ja juhlasalin alapohjarakenteen alla on talotekniikkakanaali, jonka pohjalla oli rakennusjätettä. Kanaalin rakenteissa oli näkyviä kosteus- ja mikrobivaurioita. Kanaalista on vuotoilmareittejä ensimmäisen kerroksen opetustiloihin sekä juhlasaliin talotekniikkahormien ja -kanaalin läpivientien kautta. Talotekniikkakanaalin heikentävä vaikutus ensimmäisen kerroksen sisäilman laatuun on todennäköistä.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella alapohjarakenteen vinyyli- ja linoleum-mattopinnoitteista, tasotekerroksesta ja mustasta mattoliimasta otetussa näytteessä oli asbestia (krysotiili).

## 2.2 Maanvastaiset seinärakenteet

Luokkarakennuksen ensimmäinen kerros on osittain maanpinnan alapuolella. Maanvastaisesta seinärakenteesta on lämmöneristetty kantavan teräsbetonirakenteen sisäpinnasta mineraalivillalla. Seinärakenteen sisäpinnassa on verhomuuraus, jonka pinnassa on maali ja tasotekerros. Maanvastaisen seinärakenteen lämmöneristekerros ja verhomuuraus alkaa anturan päältä, alapohjarakenteen alapuolelta. Kosteuden eristeenä rakenteessa on bitumikermi kantavan teräsbetoniseinän ulkopinnassa ja bitumisively teräsbetonin sisäpinnassa. Lämmöneristekerroksessa todettiin laaja-alaisia mikrobivaurioita seinärakenteen alaosaan. Maanvastaisen seinärakenteen eristetilasta tuli vuotoilmaa ikkunan ja ulkoseinän sekä alapohjan ja ulkoseinän liitty-mäalueista. Vuotoilmakohdat olivat paikallisia, mutta vuotoilmavirtaukset olivat merkittäviä.

Maanvastaisen seinän mineraalivillaeistekerros on vaurioitunut teräsbetoniseinän sekä anturan kautta vaikuttavasta maaperäkosteudesta, joka nousee teräsbetonirakenteisiin pääasiassa kapillaarisesti. Maanvastaisen seinän kosteusrasitusta lisää rakennukseen päin viettävät maanpinnat.

Rakennusosan heikentävä vaikutus luokkarakennuksen ensimmäisen kerroksen työ- ja opetustilojen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella maanvastaisissa seinärakenteissa ei ollut asbestia tai vaarallisia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.3 Ulkoseinärakenteet

Kantavana runkorakenteena on pilari-palkki-runko. Ulkoseinärakenteena on tuulettumaton tiili-villa-tiili-rakenne ja julkisivuna on maalattu rappauskerros. Osa juhlasalin julkisivusta on maalattua lujalevyä. Luokkarakennuksen ulkoseinän mineraalivillaeristessä on kuntotutkimusten perusteella mikrobivaurioita ikkunarakenteiden alapuolella. Juhlasalin ulkoseinärakenteessa oli laaja-alaisia mikrobivaurioita eristekerroksessa. Luokkarakennuksen ikkunarakenteet on uusittu vuoden 1998 peruskorjauksessa. Luokkarakennuksen ulkoseinän eristekerroksesta tuli vuotoilmaa ikkunoiden ja ulkoseinän liittymistä sekä välipohjarakenteen ja ulkoseinän liittymistä. Vuotoilmakohdat olivat paikallisia, mutta vuotoilmavirtaukset merkittäviä.

Ikkunarakenteiden kautta on todennäköisesti päässyt sade- ja sulamisvesiä ulkoseinärakenteen eristekerrokseen ja vaurioittanut eristeitä. Julkisivuun kohdistuva kosteusrasitus siirtyy kapillaarisesti rappaus- ja tiilikerroksen kautta eristetilaan vaurioittaen mineraalivillaeristettä, koska ulkoseinän kuorimuurauksen ja eristekerroksen välissä ei ole tuuletusväliä ja kuorimuurauksessa ei ole tuuletusaukkoja.

Ulkoseinän eristekerroksen vauriot ovat laaja-alaisia ja niiden heikentävä vaikutus luokkarakennuksen toisen kerroksen sisäilman laatuun on todennäköinen. Juhlasalin ulkoseinän eristekerros on vaurioitunut laaja-alaisesti ja vaurioiden heikentävä vaikutus salin sisäilman laatuun on todennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella ulkoseinän julkisivun keltainen ja vaaleanharmaa maali sekä sokkelin harmaa maali sisältävät asbestia (krysotiili). Juhlasalin julkisivun maalattu lujalevy sisältää asbestia (krysotiili).

### 2.4 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat pääasiassa muurattuja tiiliseiniä tai paikallavalettuja teräsbetoniseiniä. Kuntotutkimusten perusteella väliseinärakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Vahtimestarien työtilojen viereen on laajennettu ruokala ja keittiö vuonna 1976. Vahtimestarien työtilojen ja ruokalan välinen seinä on entinen ulkoseinärakenne, joka on tiili-villa-tiili-rakenne. Ulkoseinän lämmöneristekerroksessa todettiin ikkunarakenteiden alapuolella mikrobivaurioita, joiden heikentävä vaikutus vahtimestarin työtilojen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Vuonna 1963 valmistunut rakennus liittyy vuonna 1957 valmistuneeseen rakennukseen käytävän kautta. Vuonna 1957 valmistuneen rakennuksen ensimmäinen kerros on vuonna 1963 valmistuneen rakennuksen maanvaraisen lattian alapuolella noin 2,2 metriä. Aulan ja vuonna 1957 valmistuneen rakennuksen välinen seinärakenne on maanpinnan yläpuolella massiivitiilirakenne, jossa ei ole eristekerrosta. Maanpinnan alapuolella maanvastaisen paikallavaletun teräsbetoniseinän paksuus on rakennekuvien mukaan 350 mm. Maanvastaisen seinärakenteen lämmöneriste ja kosteudeneriste ovat kantavan rakenteen sisäpinnassa, joten lämmön- ja vedeneristekerroksesta ei ole merkittävää ilmayhteyttä aulatilaa teräsbetoniseinän (paksuus 350 mm) läpi.

Rakennusten välisen seinärakenteen heikentävä vaikutus aulatilän sisäilman laatuun on mahdollinen.

Väliseinärakenteissa oli paikallisesti lujalevyä, jossa haitta-ainetutkimuksen perusteella oli asbestia (krysotiilia).

## 2.5 Välipohjarakenteet

Luokkarakennuksen välipohjarakenteena on paikallavalettu teräsbetonilaatta. Välipohjan teräsbetonilaatassa on rakennusvaiheen muottilaudoituksen jäänteitä. Muottilaudoat ovat voineet vaurioitua rakennusvaiheessa betonin rakennusaikaisesta kosteudesta. Aulan alakaton alapuoliseen tilaan tulee vuotoilmaa maanvaraisesta tekniikkakanaalista lähtevien hormien kautta. Hormit ovat auki alakaton alapuoliseen tilaan ja sieltä tulee vuotoilmaa aulatilään. Välipohjarakenteen heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on mahdollinen.

Ensimmäisen kerroksen väestönsuojatilan kattorakenne on korjattu vuonna 2012. Rakenteessa ei havaittu sisäilman epäpuhtauksia tai laatua heikentäviä rakenneratkaisuja. Väestösuojan kattorakenteen heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella välipohjarakenteissa ei todettu haitta-aineita.

## 2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Luokkarakennuksen yläpohjan kantavana rakenteena on paikallavalettu teräsbetonilaatta, jonka päällä on lastuvillalevyeristys. Juhlasalissa kantavana yläpohjarakenteena on alalaattapalkisto, jonka päällä on palopermantorakenne. Sekä juhlasalin että luokkarakennuksen yläpohjarakenteiden lämmöneristekerroksissa todettiin laaja-alaisia mikrobivaurioita. Vauriot ovat voineet syntyä betonin rakennusvaiheen kosteudesta. Lämmöneristekerrokseen on voinut myös pitkällä aikavälillä tiivistyä sisäilman kosteutta, joka on voinut vaurioittaa lastuvillalevyjä. Yläpohjarakenteissa on useita tiivistämättömiä läpivientejä, joiden kautta tulee vuotoilmaa lämmöneristekerroksesta luokkarakennuksen toisen kerroksen opetus- ja työtiloihin sekä juhlasaliin.

Luokkarakennuksen ullakkotilassa on käytöstäpoistettu rakenneaineinen ilmanvaihtokanava, jonka lastuvillalevyeristeissä todettiin mikrobivaurioita. Käytöstäpoistetun kanaviston kautta tulee vuotoilmaa työ- ja opetustiloihin alakattotiloissa olevien pääte-elimien ja läpivientien kautta. Ilmavuodot yläpohjarakenteista sekä ullakkotilasta sisäilmaan ovat merkittäviä. Vuotoilman mukana tulee epäpuhtauksia ullakkotilasta sekä kanavistosta. Kanavisto on likainen ja sen sisäpintana on tasoitekerros, josta voi irrota pölyä sisäilmaan.

Juhlasalin sisäkatossa on harvalaudoitus. Sen takana on pinnoittamaton mineraalivilla, josta irtoaa mineraalivillakuituja sisäilmaan. Alakaton yläpuolisessa tilassa on ylälaattapalkiston betonimuottilautoja, jotka ovat voineet vaurioitua betonin rakennekosteudesta. Alakaton yläpuolisesta tilasta on ilmayhteys juhlasalin sisäilmaan.

Yläpohjarakenteissa olevien epäpuhtauksien sekä haittojen heikentävä vaikutus juhlasalin ja luokkarakennuksen toisen kerroksen työ- ja opetustilojen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ollut asbestia tai vaarallisia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.7 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin

Ruokalan ja vuonna 1963 valmistuneen rakennuksen välissä on tyhjä tila. Tyhjä tila rajoittuu vuonna 1963 valmistuneen rakennuksen alkuperäiseen ulkoseinärakenteeseen sekä ruokalan puolella 160 mm paksuun teräsbetoniseinään. Tyhjässä tilassa on maapohja, näkyvää kosteutta sekä näkyvää mikrobikasvua rakennusjätteissä. Tyhjältä tilasta tuli vuotoilmaa ruokalaan alapohjan ja seinän liittymäalueelta sekä tyhjän tilan kattorakenteen ja pilarien liittymistä sekä läpivientien kautta. Tyhjän tilan haitallinen vaikutus vahtimestarien työtilaan on mahdollinen.

## 2.8 Ilmanvaihtojärjestelmä

Sekä juhlasalin että luokkarakennuksen ilmanvaihtojärjestelmät ovat vuodelta 1998. Järjestelmien toimintakunto on hyvä ja ilmanvaihtokoneistoissa ei havaittu merkittäviä sisäilman epäpuhtauslähteitä kuntotutkimuksissa. Luokkarakennusten tuloilmaelinten ilmamäärien tasauksikammioissa on äänenvaimennusmateriaalina mineraalivillaa, josta voi irrota mineraalikuituja tuloilmaan. Osassa luokkarakennuksen tiloissa mitatut ilmamäärät eivät olleet riittäviä tilojen käyttötarkoitukseen tai ne eivät vastanneet suunnitteluarvoja.

## 3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia

### Juhlasali

Maanvaraisessa lattiarakenteessa on talotekniikkakanaali, jonka rakenteissa on näkyviä mikrobivauriota. Talotekniikkakanaalista on ilmayhteys juhlasalin varastotiloihin. Maanvastaisen seinärakenteen eristekerroksessa todettiin poikkeavaa kosteutta ja rakenneavausten yhteydessä homeen hajua. Erkkerin ikkunapenkin alapuolinen korkkieristys on mikrobivaurioitunut ja sieltä on liitoskohdista ilmayhteys. Ulkoseinärakenteen eristekerroksessa on todettu laaja-alaisia mikrobivauriota. Eristekerroksesta on todennäköinen ilmayhteys sisäilmaan ikkunarakenteiden ja ulkoseinän liitoksista. Ullakkotilasta on todettu ilmayhteys sisäilmaan käytöstäpoistettujen tuloilmaelinten kautta. Yläpohjarakenteen lastuvillalevyeristyksessä on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Lisäksi alakaton alapuolisessa tilassa on mineraalivillaa, josta voi irrota kuituja sisäilmaan. Juhlasalin tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen tai erittäin todennäköinen.

### Luokkarakennus

Maanvaraisen lattian linoleum-matto ja vinyylilaattapinnoitteet ovat mikrobivaurioituneet ja lattiarakenteessa on poikkeavaa kosteutta. Maanvaraisessa lattiarakenteessa on talotekniikkakanaali, jonka rakenteissa on näkyviä mikrobivauriota. Kanaalista on ilmayhteys luokkarakennuksen käytävään sekä käytävän alakaton yläpuoliseen tilaan. Maanvastaisen seinärakenteen eristekerroksessa oli poikkeavaa kosteutta ja eristekerroksessa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita. Eristekerroksesta on paikallisia, mutta merkittäviä ilmapuotoja ensimmäisen kerroksen luokkatiloihin. Ulkoseinärakenteen eristekerroksessa on laaja-alaisia mikrobivaurioita, varsinkin ikkunarakenteiden alapuolella. Vauriokohdista on todettu ilmayhteys ikkunarakenteiden ja ulkoseinän liitoskohdista sekä välipohjan ja ulkoseinän liitoskohdista. Luokkarakennuksen ullakkotilasta on ilmayhteys toisen kerroksen opetus- ja työtiloihin käytöstäpoistettujen rakenneaineisten ilmanvaihtokanavien kautta. Yläpohjarakenteen lastuvillalevyeristekerroksessa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja yläpohjarakenteessa on useita epätiivittä talotekniikan läpivientejä toisen kerroksen käytävän alakattotilaan. Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilmaelinten äänenvaimennusmateriaaleista irtoaa mineraalikuituja sisäilmaan. Luokkarakennuksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on erittäin todennäköinen.

## **4 Korjaussuunnitteluratkaisut**

### **4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä**

Luokkarakennus ja juhlasali on otettu pois käytöstä. Aulatilaa on tehty osastoiva seinä ja käytöstäpoistetut tilat on alipaineistettu ympäröiviin tiloihin nähden.

Aulatilassa on vahtimestarien työtilat, joiden korjauksilla tavoitellaan viiden vuoden käyttöikää. Korjausten tavoitteena on estää tai vähentää vuotoilmavirtauksia kuntotutkimuksissa todetuista vaurioista ja epäpuhtauslähteistä. Korjausratkaisuina on käytetty rakenteiden liittymäalueiden tiivistämistä. Vaurioituneet pintamateriaalit on poistettu. Vahtimestarien työtilojen ilmanvaihtokoneisto on uusittu ja tiloihin on lisätty tulo- ja poistoilmamääriä. Korjausten jälkeen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on mahdollinen eli taso 2.

### **4.2 Alapohjarakenteet**

Käytävän alapohjarakenteessa oleva talotekniikkakanaali alipainestetaan koneellisesti aulatilaa nähden. Talotekniikkakanaalin tarkastusluukut sekä läpiviennit lämmönjakohuoneeseen tiivistetään.

Vahtimestarien työtilojen vaurioituneet linoleum-matot sekä liima- ja tasoitekerrokset poistetaan. Maanvaraisessa teräsbetonilaatassa olevat näkyvät halkemat tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella. Uudeksi lattiapinnoitteeksi asennetaan keraaminen laatta, joka kestää alapohjarakenteeseen kohdistuvaa kosteusrasitusta. Alapohjan ja ulkoseinän liittymä tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella, jonka päälle asennetaan kumibutyylinauha (Codex BST). Alapohjarakenteen lattiapinnoite, tasoitekerros ja mattohiimat tulee poistaa asbestipurkutyönä.

#### **4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Vahtimestarien työtilojen alapohjan ja ulkoseinän / väliseinän liittymäalueen tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen (pistemäisiä vuotoja alipaineistettuna -10 Pa).

Aulatilaa alapohjarakenteessa olevan talotekniikkakanaalin paine-eroa seurataan vähintään viikon kestäväällä seurantamittauksella.

#### **4.2.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Aulatilaa alapohjarakenteen vinylilaattapinnoite on mikrobivaurioitunut. Vaurioitunutta lattiapinnoitetta ei poisteta aulatilasta, ja siitä on käytävän kautta kulkuyhteys rakennusten välillä. Luokkarakennus ja juhlasali alipainestetaan koneellisesti aulatiloihin nähden.

Vahtimestarien työtilaa alapohjarakenteen lattiapinnoitteen ja –tasoitekerroksen vauriot poistetaan ja rakenteen tiiveyttä on parannetaan. Korjausten laadunvarmennuskokeissa alapohjan ja ulkoseinän / väliseinän liittymäalueen tiiveys tarkistetaan. Vahtimestarin työtilaa alapohjarakenteessa ei ole tiedossa olevia sisäilman laatua merkittävästi heikentäviä riskitekijöitä.

#### **4.2.3 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä tulee seurata huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Tiivistyskorjausten tavoiteltava käyttöikä on vahtimestarin työtilaa osalta viisi



vuotta. Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä tulee seurata merkkiainekokeilla ennen korjausten takuuaajan loppumista. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, tulee tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveys varmistaa ennen käyttöiän jatkamista. Jos tiivistetyissä rakenteissa havaitaan puutteita tai niiden epäillään aiheuttavan haittaa, tulee vuotoilmareitit ja niiden merkitys varmentaa merkkiainekokeilla.

Aulatilán maanvaraisen talotekniikkakanaalin paine-eroa ympäröiviin tiloihin tulee seurata ja seurannassa tulee käyttää toimintahäiriöistä tai paine-eromuutoksista hälyyttävää valvontajärjestelmää.

#### **4.3 Maanvastaiset seinärakenteet**

Rakennusosaan ei ole tehty korjauksia. Vahtimestareiden työtiloissa ei ole maanvastaisia seinärakenteita.

#### **4.4 Väliseinärakenteet**

Vahtimestareiden työtilojen ja ruokalan välinen väliseinärakenne on ollut aikaisemmin ulkoseinärakenne. Seinärakenteesta ikkunarakenteiden levytykset puretaan ja rakenteen höyrysulkumuovi uusitaan. Höyrysulkumuovi tiivistetään ikkunakarmeihin ja kivirakenteisiin kumibutyylinauhalla (Ardex, STB-nauha). Kumibutyylinauha kiinnitetään ympäröiviin rakenteisiin vedeneristysmassalla (Ardex 8+9) ja höyrysulkuun nauhassa olevalla liimalla. Höyrysulun päälle vanhojen ikkunarakenteiden kohdalle asennetaan uusi kipsilevy.

##### **4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Vahtimestarien ikkuna- ja ulkoseinä-/väliseinärakenteiden liittymäalueiden tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

##### **4.4.2 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kap-pale 4.2.3).

##### **4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Paikallisia vuotoilmavirtauksia ulko- / väliseinän eristekerroksesta vahtimestarien työtilan alakattotilaan on mahdollista tulla ulkoseinän ja välipohjan liittymäalueelta. Vuotoilmavirtauksia voidaan hallita vahtimestarien työtilan paine-erojen tasapainotuksella ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden.

#### **4.5 Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Ei korjaustoimenpiteitä.

#### **4.6 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin**

Vahtimestarien työtilojen ja ruokalan välissä olevan tyhjän tilan seinä- ja kattorakenteisiin tehdään tiivistyskorjaus. Korjauksissa tyhjän tilan ruokalan puoleisen seinän ja alapohjan liittymäalue tiivistetään vesieristysmassalla (Ardex, 8+9) kiinnitetyllä kumibutyylinauhalla (Ardex



STB), kuten myös pilarien ja teräsbetonisen kattorakenteen liittymät ja liikuntasauama. Tyhjä tila alipaineistetaan koneellisesti ympäröiviin tiloihin nähden.

#### **4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tyhjän tilan tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen. Tiivistyskorjausten lisäksi tyhjä tila alipaineistetaan koneellisesti ympäröiviin tiloihin nähden. Tavoiteltava alipaine on 10 Pa. Alipaineistusta tulee seurata tyhjän tilan ja ympäröivien tilojen välillä paine-erojen seurantamittauksella, jonka mittausjaksona tulee olla vähintään yksi viikko.

#### **4.6.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Tyhjän tilan sekä talotekniikkahormin koneellisiin alipainestusjärjestelmiin tulee asentaa järjestelmien häiriöistä tai paine-erojen muutoksista hälyyttävät valvontajärjestelmät, jotta alipainestusjärjestelmien toimintakuntoa voidaan luotettavasti seurata.

#### **4.6.3 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapale 4.2.3).

Tyhjän tilan sekä talotekniikkahormin ja ympäröivien tilojen välistä paine-eroa tulee seurata ja seurannassa tulee käyttää toimintahäiriöistä tai paine-eron muutoksista hälyyttävään valvontajärjestelmää.

### **4.7 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Vahtimestarien työtilaan on asennettu uusi ilmanvaihtokoneisto. Käytössä olevien kanavistojen ja pääte-elimien puhtaus on tarkistettu ennen koneiston käyttöönottoa. Vahtimestarien työtilat säädetään lievästi ylipaineiseksi aulatalaan sekä ruokalaan nähden.

#### **4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Vahtimestarein työtilojen paine-eroja ympäröiviin tiloihin nähden seurataan vähintään viikon kestäväällä seurantamittauksella säätötöiden jälkeen.

#### **4.7.2 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan vahtimestarien työtiloissa. Vahtimestarien työtilojen suunniteltu käyttöikä on noin viisi vuotta. Ilmanvaihtojärjestelmän säännöllisellä vuosihuollolla ja kunnossapidolla varmistetaan järjestelmän toimivuus ja soveltuminen tilojen käyttötarkoitukseen. Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole sisäilman laatua huonontavia tekijöitä, kun järjestelmän toimii suunnitellusti.

#### **4.7.3 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella tulee seurata säännöllisesti huoltokirjaan liitetävän suunnitelman mukaisesti. Paine-eron seurantamittauksia on suositeltava tehdä suunnitellun käyttöiän puolessa välissä tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun

käyttöön tulee varmistaa, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

Tiivistyskorjausten toimivuuden kannalta on olleellista, että rakennuksen paine-erot eri tilojen sekä sisäilman ja ulkoilman välillä on hallinnassa. Liian suuri alipaineisuus lisää vuotoilmariskiä rakenteiden kautta sisäilmaan.



## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA .....	3
	1.1 Korjaushistoria .....	3
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
	2.1 Alapohjarakenne .....	3
	2.2 Maanvastaiset seinärakenteet .....	4
	2.3 Ulkoseinärakenteet .....	4
	2.4 Väliseinärakenteet .....	5
	2.5 Välipohjarakenteet .....	5
	2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....	6
	2.7 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin .....	6
	2.8 Ilmanvaihtojärjestelmä .....	7
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA .....	7
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT .....	8
	4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä .....	8
	4.2 Alapohjarakenteet .....	8
	4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	8
	4.2.2 Käytönaikainen seuranta .....	9
	4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	9
	4.3 Maanvastaiset seinärakenteet .....	9
	4.3.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	9
	4.3.2 Käytönaikainen seuranta .....	9
	4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
	4.4 Ulkoseinärakenteet .....	10
	4.4.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	10
	4.4.2 Käytönaikainen seuranta .....	10
	4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
	4.5 Väliseinärakenteet .....	10
	4.5.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	10
	4.5.2 Käytönaikainen seuranta .....	10
	4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
	4.6 Välipohjarakenteet .....	11
	4.6.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	11
	4.6.2 Käytönaikainen seuranta .....	11
	4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
	4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....	11
	4.7.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus .....	11
	4.7.2 Käytönaikainen seuranta .....	11
	4.7.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
	4.8 Ilmanvaihtojärjestelmä .....	12
	4.8.1 Korjaussuunnitteluratkaisujen laadunvarmistus .....	12
	4.8.2 Käytönaikainen seuranta .....	12
	4.8.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	12

## 1 Perustiedot kohteesta

Rakennus 5 on valmistunut vuonna 1957. Rakennuksessa on kaksi siipeä, joiden välissä on liitososa. Pohjoissiivessä on kaksi kerrosta, yksi osittain maanalainen pohjakerros sekä yksi maanpäällinen kerros. Eteläsiivessä on viisi maanpäällistä kerrosta.

Rakennus 5 liittyy yhdyskäytävien kautta vuosina 1963 ja 1976 rakennettuihin koulurakennuksiin. Kolmelta eri rakennusaikakaudelta olevan rakennuksen välissä on ruokala ja keittiö.

### 1.1 Korjaushistoria

Rakennus 5:ssä on tehty seuraavia merkittäviä korjaustoimenpiteitä.

- Tilamuutoksia 1960- ja 1970-luvuilla
- Vuosi 1998: Lämmitysjärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 1998: Käyttövesi- ja viemärintijärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 1998: Ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 1997 - 98: Peruskorjaus: lattia-, katto- ja seinäpintojen uusiminen. Peruskorjauksessa on uusittu ikkuna- ja ovirakenteet, julkisivun ja vesikatteen maalaus

Tilojen käyttäjillä on ollut oireita ja olosuhdehaittoja, joiden on oletettu johtuvan rakennuksesta.

Tämä selvitys perustuu rakennuksessa tehtyyn kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen sekä käyttöäturvaavien toimenpiteiden toteutussuunnitelmiin. Korjaustoimenpiteiden suunniteltu tavoiteltava käyttöikä on viisi vuotta. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjien kokemiin olosuhdehaittoihin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöiän aikana.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Ympäristöoppaan 2016 mukaisesti sekä altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti. Lisäksi kohteeseen on tehty haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-aineiden osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.1 Alapohjarakenne

Rakennuksen alapohjat ovat maanvaraisia kaksoisbetonilaattarakenteita, joissa lämmöneristeenä on pääosin kevytbetonia tai lastuvillalevyä. Paikoin on myös lämmöneristämättömiä alapohjarakenteita. Alapohjien pintamateriaalina on pääosin linoleum-matto tai vinyylilaatta.

Lattiarakenteessa on paikoin kohonneita kosteuspitoisuuksia. Lattiamatoista sekä alapohjien lastuvillalevyeristyksistä otetuissa materiaalinäytteissä todettiin suurimmassa osassa näytteitä mikrobikasvua, ja rakenteissa on siten laaja-alaisia mikrobivaurioita.

Alapohjarakenteissa havaittiin muovimattopinnoitetuilla alueilla laaja-alaisesti merkittäviä ilmavuotoja lämmöneristekerroksesta ja/tai maaperästä sisäilmaan. Klinkkerilaattapinta-alueilla ilmavuodot alapohjasta olivat vähäisempiä. Alapohjan vaurioitunut muovimatto on suorassa ilmayhteydessä sisäilmaan.

Alapohjan vauriot ovat syntyneet, kun maaperästä on noussut kapillaarisesti kosteutta rakenteeseen. Rakenteessa oleva bitumisively ei ole ollut riittävä estämään kosteuden siirtymistä. Lisäksi lämmöneristämättömässä tai heikosti lämmöneristetyssä rakenteessa on kosteutta siirtynyt maaperästä merkittävästi myös diffuusiolla.

Alapohjarakenteiden heikentävä vaikutus pohjakerroksen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Alapohjarakenteissa on osassa tiloja asbesti- ja PAH-pitoista bitumia kaksoisbetonilaatan kosteudeneristysenä. Osassa tiloja uusittujen lattiapinnoitteiden alla on myös jäämiä vanhasta asbestipitoisesta mustasta liimasta. Lisäksi kellarikerroksessa on asbestipitoisia palo-ovia sekä asbestipitoista tasoitetta lämmönjakohuoneen hormirakenteissa. Myös asbestipitoisia putkieristeitä on osittain alapohjarakenteiden sisällä/alla tekniikkakanaalissa.

## 2.2 Maanvastaiset seinärakenteet

Rakennuksen maanvastaiset seinärakenteet ovat pääasiassa pohjoissivessä, jossa alimman kerroksen kaikki ulkoseinät ovat osittain maanvastaisia seinärakenteita. Eteläisivessä on yksittäinen vanha maanvastainen ulkoseinä, joka nykyisellään on kuitenkin väliseinä ruokalarakennukseen päin.

Rakennuksessa on pääperiaatteiltaan kahta erilaista maanvastaisten rakenteiden rakennetyyppejä. Maanvastainen seinärakenne on sisäpuolelta verhomuurattu rakenne. Osassa näistä tiloista verhomuurauksen ja kantavan betonirakenteen sisäpinnan bitumisivelyn välissä on mineraalivillaeristys, mutta osassa tiloja rakenne on lämmöneristämätön. Rakennuksen 5 ja siihen 1970-luvulla liitetyn ruokalasiiven välisessä vanhassa maanvastaisessa seinässä ja nykyisessä väliseinässä on verhomuurattu ja mineraalivillaeristetty seinärakenne.

Mineraalivillaeristeistä otetuissa materiaalinäytteissä on todettu suurimmassa osassa näytteitä mikrobikasvua, joten maanvastaisissa seinärakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Lisäksi rakenneavauskohdista tuli homeen hajua. Rakenteissa todettiin myös laaja-alaisesti poikkeavaa kosteutta.

Maanvastaisten seinärakenteiden ja alapohjan liittymissä sekä muissa maanvastaisten seinien epäjatkuvuuskohdissa havaittiin paikoin vähäisiä ja paikoin merkittäviä ilmavuotoja, jotka ovat laaja-alaisia.

Maanvastaisten seinärakenteiden vauriot ovat syntyneet, koska bitumisivelyn vedeneristävyys ei ole ollut riittävä ja kosteutta on siirtynyt kantavan teräsbetoniseinän läpi. Lämmöneristekerrokseen on siirtynyt kosteutta myös kapillaarisesti maaperästä anturan kautta.

Maanvastaisten seinärakenteiden heikentävä vaikutus pohjakerroksen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Lämmönjakohuoneen maanvastaisessa seinässä on asbestipitoista bitumisivelyä kosteudeneristysenä. Maanvastaisten seinärakenteiden sisällä on myös asbestipitoista putkieristettä.

## 2.3 Ulkoseinärakenteet

Ulkoseinärakenne on massiivitiiliseinä. Korkealla ja matalalla osalla ulkoseinän ulompi muuraus on kantava puolentoistakiven ulkoseinä, jonka sisäpuolelle on ilmavälillä erotettu sisäpuolinen muuraus. Korkean ja matalan osan yhdistävällä liitososalla ulkoseinä ei ole kantava, mutta rakenteen rakennekerrosten pääperiaate on muilta osin samanlainen.

Ulkoseinässä on lämmöneristeitä (lastuvillalevy) paikoittain sokkelihalkaisussa ja lisäksi kylmäkatkona 1. ja 2. kerroksen välipohjan kohdalla. Nämä lämmöneristekaistaleet sijaitsevat syvällä ulkoseinärakenteessa, joten niiden vaikutus sisäilman laatuun on muiden rakenneosien epäpuhtauslähteisiin nähden vähäinen ja paikallinen. Tämän vuoksi eristeiden mikrobiologista kuntoa tai ilmavuotoja ei ole tarkemmin tutkittu. Vuotoilmavirtaukset ko. rakenteista sisäilmaan ovat kokemuseräisen tiedon perusteella vähäisiä ja paikallisia.

Ulkoseinärakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Ulkoseinärakenteiden sisällä on asbestipitoista putkieristettä.

## 2.4 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat punatiilirakenteisia. Osa väliseinistä on kantavia, jolloin tiilimuuraukset ovat yhden kiven muurauksia eli noin 270 mm paksuja. Kevyet väliseinät ovat puolen kiven seiniä.

Rakennukseen on osittain tehty myöhemmin tilamuutoksissa kevyitä väliseiniä teräsrunkoisina ja kipsilevytettyinä rakenteina.

Väliseinärakenteissa ei kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella havaittu sisäilman laatua heikentäviä rakenteita/vaurioita/tekijöitä.

## 2.5 Välipohjarakenteet

Rakennuksen välipohjarakenteena on pääosin betonirakenteinen kaksoislaattapalkisto, jossa välissä on eristeenä orgaaninen täyttö. Kirjaston lattian välipohjana on alalaattapalkisto, jossa välipohjan kansi on puurakenteinen.

Välipohjarakenteiden rakenneavauskohdilla todettiin kuivia ja lahonneita muottilautoja ja osasta rakenneavauskohtia tuli homeen hajua rakenteesta. Rakenneavauskohdilta otetuissa materiaalinäytteissä oli niukasti elinkykyisiä mikrobeja. Vastaavista rakenteista/kohteista saatujen kokemusten perusteella on kuitenkin ilmeistä, että välipohjien täyttömateriaaleissa esiintyy mikrobikasvua ja rakenteissa on yleensä laaja-alaisia vaurioita.

Välipohjarakenteissa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja kaikkien talotekniikan läpivientien kohdilla. Lisäksi vähäisiä ilmavuotoja havaittiin ulkoseinien ja väliseinien liittymäalueilla. Ilmavuodot ovat näin ollen laaja-alaisia. Sisäilman ja välipohjarakenteiden välinen paine-ero on rakennuksessa normaalisti pieni, mikä vähentää epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan.

Välipohjien mikrobi- ja lahovauriot ovat johtuneet kosteuden tiivistymisestä ulkoseinälinjalla, rakennusaikaisesta kosteudesta ja/tai esimerkiksi vesivuotojen seurauksena rakenteisiin pääseestä kosteudesta.

Välipohjarakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Välipohjarakenteissa on todennäköisesti jäämiä vanhasta mustasta kiinnitysliimaa. Välipohjarakenteiden sisällä on asbestipitoista putkieristettä sekä PAH-pitoisia sähköjohtoja. Viidennen kerroksen yhdessä tilassa välipohjarakenteessa on asbesti- ja PAH-pitoista tervapaperia sekä bitumikermiä.

## 2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Rakennuksen 5 yläpohja koostuu kolmen eri siiven yläpohjarakenteista. Matalalla pohjoisosalla yläpohja on pääosin kevytbetonieristetty ylälaattapalkisto, jonka päälle on myöhemmin lisätty puhallusvilla lisälämmöneristykseksi. Matalan osan pohjoispäädyssä yläpohja on alalaattapalkisto, jonka päällä on lastuvillalevyeristys. Pohjois- ja eteläosan väliin jäävän liitososan yläpohjana on alalaattapalkisto, jonka puukannen päälle on tehty lämmöneristys lastuvillalevyllä, lasivillalla sekä lisälämmöneristys puhalletulla selluvillalla.

Myös korkean osan yläpohjassa on erityyppisiä rakenneratkaisuja. Yläpohja 5. kerroksen yläpuolella on pääosin vino, lähes lappeen suuntainen yläpohjarakenne, jossa kantava ylälaattapalkisto on eristetty alun perin kevytbetonilla. Yläpohja rajoittuu kuitenkin osittain 4. kerrokseen, jonka kohdalla yläpohjana on kaksoislaattapalkisto.

Osassa yläpohjarakenteista otetuissa materiaalinäytteissä esiintyi mikrobikasvua. Yläpohjissa oli myös rakennusjätettä sekä joitakin näkyviä kosteus- ja mikrobivaurioita vesivuotokohdilla. Yläpohjarakenteissa on näin ollen laaja-alaisia mikrobivaurioita.

Paikalla valettu kantava ylälaattapalkisto on suorilta osilta enimmäkseen tiivis. Yläpohjarakenteessa on kuitenkin paikoin epätiivitä talotekniikan läpivientejä sekä vanhan käytöstä poistetun ilmanvaihtokanavan läpivientejä. Vuotoilmavirtaukset yläpohjarakenteista ovat merkittäviä mutta paikallisia.

Yläpohjarakenteiden vuodot ovat syntyneet vesivuodoista ja/tai rakennusaikaisesta kosteudesta.

Yläpohjarakenteiden heikentävä vaikutus ylimmän kerroksen sisäilman laatuun on todennäköinen, mutta vaikutuksia voidaan pitää paikallisina.

## 2.7 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin

Rakennuksen 5 ja siihen vuonna 1976 liitetyn rakennuksen välissä on talotekniikkahormi, jossa on keittiön ilmanvaihtojärjestelmän poistoilmakanavistot vesikatteella olevalle jäteilmapuhaltimelle. Hormin pohjalla oli rakennusjätettä. Hormin kautta tulee vuotoilmaa rakennuksen 5 rappukäytävään jokaisen porrastasanteen kohdalla. Jokaisen kerrostason ovien kohdalla on näkyviä ja merkittäviä ilmayhteyksiä hormista sisäilmaan. Paine-eroseurantamittausten perusteella varasto G1084A oli alipaineinen hormiin nähden. Vuotoilman mukana tulee myös epäpuhtauksia muun muassa rakennuksen 5 porraskäytävään. Toisaalta paine-erovaihtelun seurauksena ruuan hajua voi tulla keittiöstä ylempiin kerroksiin rakennusten välissä olevan hormin kautta. Hormin vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä mutta paikallinen. Rakennuksen 5 ja siihen vuonna 1976 liitetyn rakennuksen välin talotekniikkahormin kohdalla on jokain porraskäytävän oven kohdalla asbestipitoista sementtikuitulevyä.

Rakennus 5 liittyy rakennukseen 7 portaikon H1028 sekä pukuhuoneen H1023 kohdilla. Rakennuksen 5 ja rakennuksen 4 välinen seinärakenne on massiivitiilirakennetta (tilan H1028 kohdalla) sekä maanvastaista seinärakennetta (tilan H1023 kohdalla). Rakennusten 4 ja 5 välinen seinä on maanpinnan yläpuolella (tilan H1028 kohdalla) massiivitiilirakenne, jonka tiili-muurauksen paksuus on rakennekuvien mukaan 600 mm. Tilan H1023 kohdalla seinä on vanha maanvastainen seinä. Rakenne on verhomuurattu ja mineraalivillaeristetty rakenne. Kyseisen tilan kohdalta ei lämmöneristeestä ole otettu materiaalinäytteitä, mutta kokemuseräisen tiedon perusteella rakenteessa voidaan todennäköisesti olettaa olevan mikrobivaurioita,



sillä rakennuksen muissa vastaavissa rakenteissa laaja-alaisia vaurioita on todettu. Liittymäkohdan rakenteen ja epäpuhtauksien heikentävä vaikutus viereisten tilojen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Rakennuksen 5 ja ruokalan välisessä seinärakenteessa on alkuperäisten rakennepiirustusten mukaan vanhassa väestönsuojan seinän yläosan sokkelihalkaisurakenteessa lämmöneristeenä korkkia tai lastuvillalevyä. Rakennesevausten perusteella lämmöneristettä ei kuitenkaan havaittu, eikä rakenteessa havaittu muita sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

## 2.8 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä on uusittu vuonna 2009 ja järjestelmä on pääasiassa hyvässä toimintakunnossa. Paine-eromittauksen perusteella rakennuksen paine-erot kerrosten ulko- ja sisäilman välillä eivät ole tasapainossa. Osa kerroksista on merkittävästi alipaineisia ulkoilmaan nähden. Rakennuksen alipaineisuus lisää vuotoilmavirtauksia rakenteiden kautta ja vuotoilman mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Lisäksi tehtyjen pistokoeluontoisten ilmamäärämittauksen perusteella ilmamäärät eivät ole paikoin riittäviä tilan käyttötarkoituksen tai henkilölukumäärään nähden.

Ilmanvaihtojärjestelmällä on heikentävä vaikutus sisäilman laatuun.

## 3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia

Alapohjarakenteissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja niistä merkittäviä ilmayhteyksiä sisäilmaan. Lisäksi sisäilma on selvästi alipaineinen ulkoilmaan nähden, mikä lisää epäpuhtauslähteiden merkittävyyden arviointia.

Maanvastaisissa seinärakenteissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita sekä niistä on merkittäviä ilmayhteyksiä sisäilmaan. Lisäksi sisäilma on selvästi alipaineinen ulkoilmaan nähden, mikä lisää epäpuhtauslähteiden merkittävyyden arviointia.

Ulkoseinärakenteissa ei ole mikrobivaurioituvia materiaaleja eikä ulkoseinärakenteilla siten ole käytännössä vaikutusta sisäilman laatuun.

Välipohjarakenteiden rakenneavauksista on todettu lahovaurioituneita muottilaudoituksia sekä tulevan mikrobiperäistä hajua avauskohdista. Rakenneavauskohdilta otetuissa materiaalinäytteissä oli kuitenkin niukasti elinkykyisiä mikrobeja. Vaurio on tällä kohtaa todennäköisesti edennyt jo lahovaurioksi, eikä elinkykyisiä mikrobeja esiintynyt. Välipohjarakenteista on merkittäviä ja laaja-alaisia ilmayhteyksiä sisäilmaan. Paine-erot välipohjarakenteiden ja sisäilman välillä ovat kuitenkin pieniä.

Yläpohjarakenteista ja ullakkotilasta on paikallisia ilmayhteyksiä sisäilmaan mm. talotekniikan läpivientien kohdalla. Yläpohjarakenteissa on mikrobivaurioituneita materiaaleja ja ylimmän kerroksen sisäilma on lievästi alipaineinen ullakkotilaan nähden, joten vuotoilmavirtauksia ja epäpuhtauksia kulkeutuu rakenteesta sisäilmaan.

H-rakennuksessa altistumisen arviointi on tehty kerroskohtaisesti. H-rakennuksen pohjakerroksen tiloissa on useita rakennusosia, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja vaurioista on ilmayhteys sisäilmaan. Pohjakerroksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen (taso 3) tai jopa erittäin todennäköinen (taso 4). Tasolla 4 olevat tilat sijaitsevat rakennuksen pohjoispuoleisen pohjakerroksessa. Tilat vaativat käyttöä turvaavia toimenpiteitä, jotta tilojen käyttöä voidaan jatkaa.

Muiden kerrosten ja tilojen osalta tiloja rajaavat ylä- ja alapuolelta välipohjarakenteet ja ylimässä kerroksessa välipohja- ja yläpohjarakenteet. Rakenteissa on mikrobivaurioita ja rakenteista on laaja-alaisia ilmayhteyksiä sisäilmaan. Välipohjarakenteiden ja sisäilman väliset paine-erot ovat kuitenkin pieniä. Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on mahdollinen (taso 2) tai jopa todennäköinen (taso 3). Tilat vaativat käyttöä turvaavia toimenpiteitä, jotta tilojen käyttöä voidaan jatkaa.

## **4 Korjaussuunnitteluratkaisut**

Korjaussuunnitteluratkaisujen vaikutuksen arviointi altistumisolosuhteisiin on tehty korjaustyön urakkalaskentavaiheen toteutussuunnitelmille. Mahdollisia työmaa-aikaisia suunnitelma-muutoksia ei ole tässä tarkastelussa huomioitu.

### **4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä**

Korjaussuunnitteluratkaisuilla tavoiteltava käyttöikä on korkeintaan viisi vuotta. Korjaussuunnitteluratkaisujen tavoitteena on poistaa tiloja käytöstä tai poistaa/vähentää vuotoilmavirtauksia kuntotutkimuksissa todetuista vaurioista ja epäpuhtauslähteistä. Korjausratkaisuina on käytetty rakenteiden liittymäalueiden tiivistämistä sekä ilmanvaihdon tasapainotusta, jolla vähennetään vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan. Yksittäisten tilojen/alueiden käytöstä luovutaan niissä todettujen haittojen takia. Altistumisolosuhtetason tavoitteeksi korjausten jälkeen on asetettu taso 2 ja osassa tiloja poikkeuksellisesti taso 3, joka on hyväksytetty käyttäjillä ja sisäilmatyöryhmällä.

### **4.2 Alapohjarakenteet**

Rakennuksen pohjoissiiven alin kerros otetaan kokonaan pois käytöstä. Käytöstä poistettava alue osastoidaan muista tiloista ja alipaineistetaan muihin tiloihin nähden.

Pohjakerroksen tiloissa H1004 ja H1006 alapohjan ja ulkoseinän liittymäalue tiivistetään Beton Oy:n Blowerproof-liquid brush -pinnoitteella sekä kumibutyylinauhalla (Codex BST, Beton Oy). Alapohjan ja ulkoseinän liittymäalueen tiivistys suunnitellaan tehtäväksi puhtaille betonipinnoille. Tiivistyksellä vähennetään vuotoilmavirtauksia alapohjan lastuvillalevyrakenteiden kautta sisäilmaan, joten tiiveystason tavoitteena on taso 2.

Korjaussuunnitelmassa huomioidaan alapohjan vanhan asbestipitoisen liiman mahdollisuus siten, että lattipinnoitteen ja tasoitteen poisto määritellään tehtäväksi asbestipurkutyönä.

Muissa pohjakerroksen tiloissa alapohjarakenteet ovat pääosin lämmöneristämättömiä. Vuotoilmavirtauksia alapohjarakenteiden alta maatäytöistä vähennetään tasapainottamalla ilmanvaihto.

#### **4.2.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Suunnittelussa määritetään osastoidun alueen alipaineen suuruudeksi vähintään 10 Pa. Alipainetta seurataan jatkuvatoimisella paine-eromittarilla, jossa on paine-erojen vaihtelusta kertova automaattinen valvonta- ja hälytysjärjestelmä.

Suunnittelussa määritetään, että tiivistystyöstä tehdään mallihuone/mallisuoritus. Lisäksi tiivistystyö tulee laadunvarmistaa merkkiainekokein.

Suunnitteluvaiheessa on huomioitu käytettävien materiaalien soveltuvuuden arviointi käyttöikätaavoitteeseen verrattuna ja materiaaleilla sekä työmenetelmillä saavutetaan vähintään viiden vuoden tavoiteltu käyttöikä.

#### 4.2.2 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seurantaan laaditaan suunnitteluvaiheessa huoltokirjaan liitettävä seurantasuunnitelma. Tiivistyskorjausten tavoiteltava käyttöikä on viisi vuotta. Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä seurataan merkkiainekokeilla viimeistään 2-vuotistakuutarkastuksen yhteydessä.

Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän tulee tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveys varmistaa ennen käyttöiän jatkamista. Jos tiivistetyissä rakenteissa havaitaan puutteita tai niiden epäillään aiheuttavan haittaa, tulee vuotoilmareitit ja niiden merkitys varmentaa merkkiainekokeilla.

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi suunnitellun käyttöiän puolesta välissä tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, varmistetaan, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

#### 4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Rakennuksen eteläsiiven (tilat H1006, H1007, H1014, H1015) alapohjarakenteisiin jää tehtyjen korjausten jälkeen vielä mikrobivaurioituneita muovimattoja sekä ilmavuotoreittejä alapohjan alta maaperästä sisäilmaan. Ilmavuotokohdat ovat eteläsiivessä vähäisiä tai merkittäviä, mutta paikallisia. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan tasapainottamalla ilmanvaihto (paine-ero sisäilmaan nähden). Siitä huolimatta korjausten jälkeen eteläsiiven pohjakerroksen tiloissa altistumisolosuhdetaso on 3, joten se on hyväksytetty tilojen käytöllä ja sisäilmatyöryhmällä.

#### 4.3 Maanvastaiset seinärakenteet

Rakennuksen pohjoissiiven alin kerros on otettu kokonaan pois käytöstä. Käytöstä poistettu alue osastoidaan muista tiloista ja alipaineistetaan muihin tiloihin nähden.

Eteläsiivessä on yksittäisiä tiloja, joissa on maanvastainen seinärakenne. Vuotoilmavirtauksia näiden tilojen maanvastaisista seinärakenteista vähennetään tasapainottamalla ilmanvaihto.

##### 4.3.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Suunnittelussa määritetään osastoidun alueen alipaineen suuruudeksi vähintään 10 Pa. Alipainetta seurataan jatkuvatoimisella paine-eromittarilla, jossa on paine-erojen vaihtelusta kertova automaattinen valvonta- ja hälytysjärjestelmä.

##### 4.3.2 Käytönaikainen seuranta

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi suunnitellun käyttöiän puolesta välissä tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti

sesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, varmistetaan, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

#### **4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Rakennuksen eteläsiiven joihinkin tiloihin jää edelleen maanvastaisia seinärakenteita, joista on vuotoilmavirtauksia sisäilmaan. Ilmavuotokohdat ovat eteläsiivessä vähäisiä tai merkittäviä mutta kuitenkin paikallisia. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan paine-erojen säätämällä tasapainoon. Siitä huolimatta korjausten jälkeen eteläsiiven pohjakerroksen tiloissa altistumisolosuhdetaso on 3, joten se on hyväksytetty tilojen käyttäjillä ja sisäilmatyöryhmällä.

#### **4.4 Ulkoseinärakenteet**

Ulkoseinärakenne on massiivitiiliseinä. Ulkoseinässä on paikallisesti sokkelihalkaisussa ja välipohjien kohdalla lämmöneristekerroksia kylmäkatkoina. Nämä lämmöneristekaistaleet sijaitsevat syvällä ulkoseinärakenteessa. Vaikutusta sisäilmaan hallitaan ulko- ja sisäilman paine-erojen hallinnalla.

##### **4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ei toimenpiteitä.

##### **4.4.2 Käytönaikainen seuranta**

Ei toimenpiteitä.

##### **4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ulkoseinärakenteisiin jää vielä korjausten jälkeen paikallisia lämmöneristekerroksia. Vuotoilmavirtauksia lämmöneristeistä sisäilmaan hallitaan ilmanvaihdon tasapainottamisella (ulko- ja sisäilman välinen paine-ero lähelle nollaa). On kuitenkin mahdollista, että rakenteessa on paikallisia vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan. Vaikutus sisäilman laatuun on kuitenkin muiden rakenneosien epäpuhtauslähteisiin verrattuna epätodennäköinen ja paikallinen.

#### **4.5 Väliseinärakenteet**

Ei toimenpiteitä.

##### **4.5.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ei toimenpiteitä.

##### **4.5.2 Käytönaikainen seuranta**

Ei toimenpiteitä.

##### **4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei jääviä sisäilmateknisiä riskejä.

## **4.6 Välipohjarakenteet**

Välipohjien rakenneratkaisuille ei tehdä korjaustoimenpiteitä. Välipohjarakenteisiin rajoittuvien kerrosten sisäilman laatua hallitaan sisä- ja ulkoilman välisellä paine-erolla, joka säädetään tasapainotilaan.

Kerroksissa 2 ja 3 luokkatiloissa ilmanjakotapaa parannetaan ja ilmamäärät säädetään vastaamaan tilojen henkilölukumäärää ja käyttötarkoitusta. Samalla tehdään ilmanvaihdon tassapainotus.

### **4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tilojen ilmamäärät sekä sisäilman ja ulkoilman väliset paine-erot mitataan säätötöiden jälkeen. Paine-erojen seurantaa jatketaan vähintään viikon ajan, jotta selviää paine-erojn muutokset sekä muutosten vaihteluväli normaalissa käyttötilanteessa käytön aikana.

### **4.6.2 Käytönaikainen seuranta**

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-eron seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi noin 2-3 vuoden kuluttua tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän, varmistetaan, että rakennuksen paine-ero ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

### **4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Rakennuksen välipohjarakenteisiin ei kohdisteta rakenteellia korjauksia, joten välipohjarakenteista on edelleen laaja-alaisia ja merkittäviä ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan hallitaan paine-eron säätämällä tasapainoon. Siitä huolimatta korjausten jälkeen kerrosten 2-5 tiloissa altistumisolosuhdetaso on 2-3, joten se on hyväksytetty tilojen käyttäjillä ja sisäilmatyöryhmällä.

## **4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Yläpohjarakenteisiin ei tehdä korjaustoimenpiteitä.

### **4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ei toimenpiteitä.

### **4.7.2 Käytönaikainen seuranta**

Ei toimenpiteitä.

### **4.7.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Rakennuksen yläpohjarakenteisiin ei kohdisteta rakenteellisia korjauksia, joten välipohjarakenteista on edelleen vähäisiä mutta laaja-alaisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Korjausten jälkeen kerroksen 5 tiloissa altistumisolosuhdetaso on edelleen tasolla 2-3, joten se on hyväksytetty tilojen käyttäjillä ja sisäilmatyöryhmällä.

## **4.8 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Kerroksissa 2 ja 3 luokkatiloissa ilmanjakotapaa parannetaan ja ilmamäärät säädetään vastaamaan tilojen henkilölukumäärää ja käyttötarkoitusta. Samalla tehdään ilmanvaihdon tassapainotus.

### **4.8.1 Korjaussuunnitteluratkaisujen laadunvarmistus**

Tilojen ilmamäärät sekä sisäilman ja ulkoilman väliset paine-erot mitataan säätötöiden jälkeen. Paine-eron seuranta jatketaan vähintään viikon ajan, jotta selviää paine-eron muutokset sekä muutosten vaihteluväli normaalissa käyttötilanteessa käytön aikana.

### **4.8.2 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella seurataan säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-eron seurantamittauksia suunnitellaan tehtäväksi viimeistään 2-vuotistakuutarkastuksen yhteydessä tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöajan, varmistetaan, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

### **4.8.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ei suoria ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä riskejä. Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat riskit ovat sekundaarisia, joita ilmanvaihtojärjestelmän toimintajärjestelmät voivat aiheuttaa (rakenneiden epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan). Nämä riskit ja niiden hallinta on esitetty kunkin rakenneosan yhteydessä.



## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA.....	3
1.1	<b>Korjaushistoria .....</b>	<b>3</b>
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
2.1	<b>Alapohjarakenteet .....</b>	<b>4</b>
2.2	<b>Maanvastaiset seinärakenteet .....</b>	<b>4</b>
2.3	<b>Ulkoseinärakenteet .....</b>	<b>5</b>
2.4	<b>Väliseinärakenteet .....</b>	<b>6</b>
2.5	<b>Välipohjarakenteet .....</b>	<b>6</b>
2.6	<b>Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....</b>	<b>6</b>
2.7	<b>Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin.....</b>	<b>6</b>
2.8	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä.....</b>	<b>7</b>
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA.....	7
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT .....	8
4.1	<b>Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä .....</b>	<b>8</b>
4.2	<b>Alapohjarakenteet .....</b>	<b>8</b>
4.2.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	9
4.2.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	9
4.2.3	Käytönaikainen seuranta.....	9
4.3	<b>Maanvastaiset seinärakenteet .....</b>	<b>10</b>
4.3.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	10
4.3.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	10
4.3.3	Käytönaikainen seuranta.....	10
4.4	<b>Ulkoseinärakenteet .....</b>	<b>10</b>
4.4.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	11
4.4.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	11
4.4.3	Käytönaikainen seuranta.....	11
4.5	<b>Väliseinärakenteet .....</b>	<b>11</b>
4.6	<b>Välipohjarakenteet .....</b>	<b>11</b>
4.6.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	11
4.6.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	11
4.6.3	Käytönaikainen seuranta.....	12
4.7	<b>Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....</b>	<b>12</b>
4.8	<b>Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin.....</b>	<b>12</b>
4.8.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	12
4.8.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	12
4.8.3	Käytönaikainen seuranta.....	13
4.9	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä.....</b>	<b>13</b>
4.9.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	13
4.9.2	Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	13
4.9.3	Käytönaikainen seuranta.....	13



## 1 Perustiedot kohteesta

Rakennus 6.1 on valmistunut vuonna 1976 ja se on peruskorjattu 2009. Peruskorjauksen yhteydessä vanhaa osaa on korotettu kahdella kerroksella. Neljännessä kerroksessa on opetus- ja työtiloja. Viidennessä kerroksessa on ilmanvaihtokonehuone. Vanhan osan yhteyteen on tehty vuonna 2009 laajennusosa, jossa työ- ja opetustilat ovat kahdessa kerroksessa. Ilmanvaihtokonehuone on osaksi myös laajennusosan yläpuolella viidennessä kerroksessa. Vanhan osan työ- ja opetustilat ovat neljässä kerroksessa. Sekä vanhan että laajennusosan kellarikerroksessa on väestönsuojatilat. Keväällä ja kesällä 2017 tehdyt korjaukset koskevat pääasiassa rakennus I:n vanhaa osaa.

Rakennus 6.1 liittyy yhdyskäytävän kautta vuonna 1963 rakennettuun koulurakennukseen sekä rappukäytävän kautta vuonna 1957 rakennettuun koulurakennukseen. Kolmen eri rakennuskauden rakennuksen välissä on ruokala ja keittiö.

### 1.1 Korjaushistoria

Rakennuksesta saatujen tausta-aineistotietojen perusteella rakennuksessa on tehty seuraavia korjaustoimenpiteitä vuosien 2009 – 2012 välisenä aikana.

- Vuosi 2009: Käyttövesi- ja viemärintiijärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 2009: Ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 2009: Peruskorjaus: lattia-, katto- ja seinäpintojen uusiminen. Peruskorjauksessa on uusittu ikkuna- ja ovirakenteet, julkisivun uusiminen, vesikattomuodon ja –katteen uusiminen
- Vuosi 2009: Vanhan osan korotus yhdellä kerroksella sekä ilmanvaihtokonehuoneen rakentaminen viidenteen kerrokseen
- Vuosi 2009: Kaksikerroksinen laajennusosa, jonka kellarikerroksessa väestönsuojatila
- Vuosi 2012: Luokkien I2066 ja I2068 maanvastaisen seinärakenteen korjaus
- Vuosi 2014: Liikuntasalin I1125 maanvastaisen seinän alipaineistaminen

Tässä raportissa esitetyt korjaukset kohdentuvat vuonna 1976 valmistuneeseen rakennuksen osaan (rakennus 6.1). Työ- ja opetustiloissa tehdyillä korjauksilla tavoitellaan noin viiden vuoden käyttöikää. Tehtyjen korjausten tavoitteena on poistaa tai vähentää vuotoilmavirtauksia todettujen vaurioiden kautta. Pintamateriaaleissa olevat vauriot on poistettu. Yksittäisiä tiloja on otettu pois käytöstä (VSS-tilat I0001 – I0007).

Tämä selvitys perustuu rakennuksessa tehtyyn kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen, korjaussuunnitelmiin ja tehtyihin korjauksiin. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöikänsä aikana.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Ympäristöoppaan 2016 mukaan sekä altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen ohjeen mukaan. Lisäksi kohteeseen on tehty haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-aineiden osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.1 Alapohjarakenteet

Alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetonilaatta, joka on lämmöneristetty rakennuksen reuna-alueilta, ulkoseinän vierustalta. Muualta maanvarainen teräsbetonilaatta on lämmöneristämätön. Maanvaraisen teräsbetonilaatan alapuolella oleva täyttöhiekka on hienojakoista. Lattiapinnoitteena on keraamista laattaa, lifeline-mattoa, muovimattoja ja laminaattia. Lisäksi väestönsuojatilassa sekä yksittäisissä varastotiloissa on maalattua teräsbetonilattiaa. Laminaattipinnoitteisissa alapohjarakenteissa on koneellisesti tuulettuva Trelleborg-terveyslattia, joka on asennettu vuoden 2009 peruskorjauksessa. Maanvaraisen lattiarakenteen alapuolella rakennuksen molemmilla sivuilla on talotekniikkakanaali, jossa on lämmitysvesiputkisto ja käytöstä poistettu kattovesiviemärintiputkisto. Putkistot nousevat talotekniikkakanaalista hormien kautta ylempiin kerroksiin. Porrashuoneen portaiden alapuolella on koneellisesti alipaineistettu maapohjainen tyhjä tila. Toisen kerroksen käytävällä on pohjaveden pumppauskaivo, jonka tarkastusluukun kautta tuli vuotoilmaa. Ensimmäisen kerroksen palo-ovien ja alapohjan liittymästä tuli vuotoilmaa alapohjan alustäyttömaasta. Vuodot ovat paikallisia ja ilmavuotojen heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Maanvaraiseen teräsbetonilaattaan vaikuttava maaperäkosteus on vaurioittanut paikallisesti ensimmäisen kerroksen työhuoneiden sekä toisen kerroksen varastohuoneen muovimattopinnoitteita. Maaperäkosteus nousee alapohjarakenteen lämmöneristämättömällä osalla rakenteseen kapillaarisesti sekä osittain diffuusiolla. Muovimattovauriot ovat paikallisia, mutta niiden heikentävä vaikutus yksittäisten työtilojen sisäilman laatuun on todennäköinen. Koneellisesti tuulettuvissa Trelleborg-lattiapinnoitteissa sekä niiden lattiatasoitekerroksessa ei todettu vaurioita tai epäpuhtauslähteitä.

Maanvaraisen talotekniikkakanaalin kautta tulee vuotoilmaa kaksoispilarien välissä oleviin talotekniikkahormeihin. Hormeista tulee vuotoilmaa työ- ja opetustiloihin läpivientien ja rakenteiden liittymäalueiden kautta. Vuotoilmassa oli homeen hajua. Maanvaraisesta talotekniikkakanaalista tuli vuotoilmaa hormien kautta myös rakennuksen ylempiin kerroksiin. Talotekniikkakanaalin kautta tulevat vuotoilmavirtaukset ovat toistuvia ja laaja-alaisia ja niiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Porrashuoneen portaiden alapuolella oleva tyhjä tila oli merkkisavukokeiden perusteella alipaineinen porrashuoneeseen nähden. Koneellisessa alipaineistusjärjestelmässä ei ole paineeron muutoksesta ilmoittavaa hälytysjärjestelmää. Toisen kerroksen käytävän alapohjarakenteen alapuolella olevan pohjaveden pumppauskaivon kansi on epätiivis ja sen kautta tuli vuotoilmaa. Pohjaveden pumppauskaivon kautta tulevan vuotoilmavirtausten heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen, koska epäpuhtauslähde on hyvin paikallinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ole asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.

## 2.2 Maanvastaiset seinärakenteet

Maanvastaisena seinärakenteena on ensimmäisessä kerroksessa pääasiassa sandwich-elementti, jonka lämmöneristeenä on mineraalivilla. Maanvastaisen sandwich-elementin ulkopinnassa on alkuperäinen bitumisively sekä peruskorjauksessa uusittu perusmuurilevy. Liikuntasalin päädyn sandwich-rakenteinen seinä on korjattu korvaamalla mineraalivillaeriste EPS-eristeellä. Lämmöneristekerroksen sisäpintaan on tehty kevytsoraharkkomuuraus, jonka pinnassa on maalattu tasoitekerros. Kevytsoraharkkomuuraksen ja EPS-eristeen välissä on il-

maväli, johon on asennettu koneellinen poistoilmanvaihto. Korjatun maanvastaisen liikuntasalin seinän heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköistä, kun koneellisen poistoilmanvaihdon toimintakuntoa seurataan valvontajärjestelmän avulla.

Toisen kerroksen tilojen päädyssä maanvastaisena seinärakenteena on kantava teräsbetoni-seinä, joka on kosteus- ja lämmöneristetty ulkopinnasta. Nurkkapilareiden kohdalla maanvastaisen seinän mineraalivillaeristys on sisäpinnassa ja eristekerroksesta on suora ilmayhteys nurkkapilarien hormoneihin. Hormeissa oli homeen hajua ja niiden kautta tuli vuotoilmaa opetus- ja työtiloihin. Nurkkapilarien kohdalla hormien ilmavuodot ovat paikallisia, mutta niiden heikentävä vaikutus yksittäisten tilojen sisäilman laatuun on todennäköistä.

Sandwich-elementtirakenteisen maanvastaisen seinän mineraalivillaeristekerros on vaurioitunut maaperäkosteuden vaikutuksesta ja rakenneavauksissa todettiin eristekerroksessa homeen hajua. Kuntotutkimuksissa ei todettu poikkeavaa kosteutta maanvastaisten sandwich-elementtien eristekerroksissa. Peruskorjauksessa maanvastaisiin seiniin on lisätty perusmuurilevy ja rakennuksen salaojitus on uusittu. Tehdyt korjaukset vähentävät maaperäkosteuden vaikutusta maanvastaisiin seinärakenteisiin. Maanvastaisissa seinärakenteissa todetut mikrobivauriot ovat todennäköisesti syntyneet peruskorjauksista edeltävänä ajanjaksona, jolloin eristekerrokseen on tullut kosteusrasitusta. Kuntotutkimuksissa todettiin vuotoilmavirtauksia maanvastaisen seinän eristekerroksesta rakenteiden liitoksista sekä läpivientien kautta sisäilmaan. Maanvastaisen seinärakenteen eristekerroksen kautta tulevien vuotoilmavirtausten heikentävä vaikutus ensimmäisen kerroksen sisäilman laatuun on todennäköistä.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen nurkkapilareiden kohdalla maanvastaisen seinän eristekerros on suorassa ilmayhteydessä nurkkapilarissa olevaan talotekniikkahormiin. Nurkkapilareiden hormoneissa oli homeen hajua ja niistä tuli vuotoilmaa työ- ja opetustiloihin. Nurkkapilarien vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä, mutta rajoittuu yksittäisiin työ- ja opetustiloihin.

Ensimmäisen kerroksen väestönsuojatiloissa on näkyviä seinän tasoite- ja maalikerroksen vaurioita, jotka ovat syntyneet seinärakenteeseen maaperäkosteuden vaikutuksesta. Väestönsuojassa on henkilökunnan sosiaali- ja pukuhuonetiloja. Maali- ja tasoitekerroksen vaurioiden heikentävä vaikutus VSS-tiloissa olevien sosiaalitilojen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ole asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.

## 2.3 Ulkoseinärakenteet

Kantavana runkona on pilari-palkki-järjestelmä. Kantavana ulkoseinärakenteena on teräsbetonielementti (70 mm), lämmöneristeenä mineraalivilla. Julkisivuna on pääosin maalattu lämpö-rappaus (kolmikerrosrappaus). Ikkunarakenteet on uusittu vuonna 2009. Rakennusta on korotettu yhdellä kerroksella vuoden 2009 peruskorjauksessa. Neljännen kerroksen ulkoseinärakenteena on sandwich-elementtirakenne.

Rakennuksessa on ulkoseinälinjoilla ns. kaksoispilari, joka koostuu ulkoseinäelementtejä kantavasta ulkoseinäpilarista sekä rakennuksen muuta kuormaa kantavasta pilarista. Ulkoseinäpilarin ja kantavan pilarin välissä on talotekniikkahormi. Hormi on muurattu kalkkihiekkatiilestä ja siinä kulkevat lämmitysvesiputkistot, sähkötekniikka sekä käytöstäpoistetut kattovesiviemärintiputket. Talotekniikkahormissa on läpivientejä kerrosten välillä ja läpiviennit eivät ole tiiviitä. Talotekniikkahormeihin tuli vuotoilmaa maanvaraisesta talotekniikkakanalista. Talotekniikkahormien kautta tulevien vuotoilmavirtausten heikentävä vaikutus rakennuksen sisäilman laatuun on todennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ole asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.

## 2.4 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat teräsrunkoisia levyseiniä, kevytbetonielementtiseiniä, teräsbetoniseiniä sekä muurattuja tiiliseiniä. Maanvaraista teräsbetonilaattaa vasten olevissa levyrakenteissa seinissä on teräsrungot. Levyrakenteissa seinissä ei havaittu vaurioita kuntotutkimuksissa. Väliseinärakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköistä.

## 2.5 Välipohjarakenteet

Välipohjarakenteena on pääasiassa ontelolaatasto. Väestönsuojien kattorakenteen teräsbetoni- ja hiekkatäyttökerroksissa todettiin poikkeavaa kosteutta. Ensimmäisen kerroksen kolmen työhuoneen muovimattopinnoitteet ovat vaurioituneet väestönsuojan kattorakenteessa olevasta kosteudesta. Toisen kerroksen väestönsuojan kattorakenteen päällä olevassa life line-matoissa ei todettu vaurioita, mutta rakenteessa oli poikkeavaa kosteutta.

Kellarin ja ensimmäisen kerroksen väestösuojatilojen kattorakenteiden pintalaatassa ja hiekkatilassa on poikkeavaa kosteutta rakennekosteusmittausten perusteella. Kosteus on tullut todennäköisesti väestönsuojakaton runkorakenteena olevasta teräsbetonilaatasta, betonin rakennusaikainen kosteus kuivuu hyvin hitaasti. Kuivumista hidastaa teräsbetonilaatan yläpuolella olevat vesihöyryä huonosti läpäisevät rakennekerrokset (muovimatto). Kellarikerroksen väestönsuojatilan kattorakenteen kosteudesta aiheutuneet vaurioit ovat paikallisia, mutta heikentävät yksittäisten työtilojen sisäilman laatua. Välipohjarakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on paikallista. Yksittäisissä tiloissa vaurioitunut muovimattopinnoitteen heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on kuitenkin todennäköistä.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ole asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.

## 2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Yläpohjarakenteena on ontelolaatasto, jonka ulkopinnassa on höyrysulkubitumi. Vesikattorakenteet on uusittu vuoden 2009 peruskorjauksessa. Yläpohja- ja vesikattorakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ole asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.

## 2.7 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin

Keittiön ja yhdyskäytävien välissä olevat väliseinärakenteet ovat osittain maanvastaisia, koska keittiön lattiapinta on 2,2 metriä käytävien lattiapintaa alempana. Väliseinärakenteena on kevytbetonielementti, jonka takana seinän maanvastaisella osalla on tyhjätila sekä kantava teräsbetoniseinä. Kevytbetonielementtien takana olevassa tyhjässä tilassa oli vahva homeen haju. Maanvaraisen teräsbetonilaatan ja maanvastaisen betoniseinän liitoksessa on mineraalivillaa, joka on todennäköisesti vaurioitunut. Väliseinärakenteen kautta tuleva vuotoilma heikentää yhdyskäytävän sisäilman laatua ja sen heikentävä vaikutus keittiön sekä yhdyskäytävän sisäilman laatuun on todennäköinen.

Keittiön ja yhdyskäytävän välissä maanvaraisen lattian ja maanvastaisen seinän sekä kevytbetonielementtien liitoksissa on mineraalivillaa, joten rakenteiden liitos ei ole tiivis. Vuotoilmaa tuli maanvaraisen lattian alustäyttömaasta seinärakenteiden väliseen tyhjiin tilaan. Seinärakenteiden ja lattian liitoksessa oleva mineraalivilla on voinut mikrobivaurioitua maaperäkos-teuden vaikutuksesta. Käytävien ja keittiön välisen kevytbetonielementtiseinän ja pilareiden liitos on epätiivis. Liitosten kautta on ilmayhteys maanvaraisen seinän ja kevytbetonielementtien välissä olevaan tyhjiin tilaan, jossa oli vahva homeen haju. Väliseinärakenteen kautta tuleva vuotoilmavirtauksien heikentävä vaikutus yhdyskäytävän sisäilman laatuun on todennäköinen.

Tutkitun rakennuksen ja vuonna 1957 valmistuneen rakennuksen välissä on talotekniikkahormi, jossa on keittiön ilmanvaihtojärjestelmän poistoilmakanavistot vesikatteella olevalle jättiläpöytähuoneelle. Hormin pohjalla oli rakennusjätettä. Rakennuksen välipohjan ontelolaatasto liittyy rakennusten liittymäkohdan hormistoon. Ontelolaatan ontelot ovat auki talotekniikkahormiin ja vuotoilmaa kulkeutuu hormista päädyn työtiloihin. Hormin kautta tuli vuotoilmaa myös vuonna 1957 valmistuneen rakennuksen rappukäytävään. Paine-eroseuranta-mittausten perusteella hormia ympäröivät tilat olivat alipaineisia hormiin nähden, jonka takia ruuan hajua voi tulla keittiöstä ylempiin kerroksiin rakennusten välissä olevan hormin kautta. Välipohjan ontelolaatastojen onteloiden kautta voi tulla vuotoilmaa hormista työhuoneisiin, jotka ovat hormin vieressä. Hormin kautta tulevien vuotoilmavirtausten heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on yksittäisissä työtiloissa todennäköistä.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella vuosina 1957 ja 1967 valmistuneiden rakennusten rappukäytävän ovien yläpuolella oleva mineriittilevy (lujalevy) sisältää asbestia (krysotiili).

## 2.8 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä on uusittu vuonna 2009 ja järjestelmä on pääasiassa hyvässä toimintakunnossa. Paine-eromittausten perusteella rakennuksen paine-erot kerrosten sekä ulko- ja sisäilman välillä eivät ole tasapainossa. Osa kerroksista on merkittävästi alipaineisia ulkoilmaan nähden. Rakennuksen alipaineisuus lisää vuotoilmavirtauksia rakenteiden kautta.

## 3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia

Maanvastaisten seinä- ja sokkeliementtien eristekerroksissa todettiin mikrobivaurioita. Vaurioista on ilmayhteyksiä sekä talotekniikkahormiin että lattian ja seinän liitosten kautta ensimmäiseen kerrokseen. Maanvaraisen lattian alapuolella on talotekniikkakanaalit rakennuksen molemmilla sivuilla. Talotekniikkahormeista todettiin ilmavirtauksia sekä kerrosten välillä että hormien ja työtilojen välillä. Hormien kautta tulevassa vuotoilmassa todettiin paikoittain homeen hajua. Ensimmäisen ja toisen kerroksen maanvaraisissa lattiarakenteissa sekä väestönsuojan kattorakenteissa todettiin poikkeavaa kosteutta. Muovimattopinnoitteissa todettiin paikallisia alkalisen kosteuden aiheuttamia vaurioita yksittäisissä työhuoneissa. Ensimmäisen kerroksen yhdyskäytävään tuli vuotoilmaa keittiön ja käytävän väliseinärakenteesta, joka on osittain maanvastainen. Väliseinän ja maanvaraisen lattian liitos on epätiivis ja liitoksen kautta tuli vuotoilmaa alapohjan täyttömaasta. Vuotoilmassa oli homeen hajua. Ensimmäisen kerroksen ilmanvaihto on alipaineinen ulkoilmaan nähden, mikä lisää vuotoilmavirtauksia rakenteiden kautta sisäilmaan. Ensimmäisen kerroksen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen eli tasoa 3.

Toisen kerroksen maanvastaisten nurkkapilarien lämmöneristeissä todettiin mikrobivaurioita ja vaurioista on ilmayhteys sisäilmaan lattian ja seinän liitoksista sekä talotekniikkahormien

kautta. Ensimmäisen kerroksen talotekniikkahormien kautta tulee vuotoilmaa toisen kerroksen työ- ja opetustiloihin. Vuotoilmassa oli paikoittain homeen hajua. Vuosina 1957 ja 1976 valmistuneiden rakennusten välissä on talotekniikkahormi, jonka pohjalla on rakennusjätettä. Hormissa on rakennusaikaisia valulautoja. Hormista on ilmayhteys kadun puoleisiin työ- ja opetustiloihin välipohjan onteloista, koska välipohjan ontelot ovat auki hormiin. Paine-eromittausten perusteella talotekniikkahormissa oli ilmavirtauksia keittiön ja I rakennuksen välillä. Rakennus I oli pääsääntöisesti alipaineinen talotekniikkahormiin nähden. Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde toisessa kerroksessa on todennäköinen eli tasoa 3.

Kolmannen kerroksen työ- ja opetustilojen sisäilman laatuun vaikuttaa talotekniikkahormeista tulevat vuotoilmavirtaukset ensimmäisen kerroksen maanvastaisista ja maanvaraisista rakenteista. Lisäksi rakennuksen toisen päädyn työ- ja opetustiloihin tuli vuotoilmaa rakennusten välissä olevasta talotekniikkahormista, koska huonetilat olivat alipaineisia talotekniikkahormin suhteen. Yläpohjarakenteissa ei todettu merkittäviä ilmavuotoreittejä alempaan kerrokseen. Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde kolmannessa kerroksessa on mahdollinen eli tasoa 2.

Neljännän kerroksen työ- ja opetustilojen sisäilman laatuun vaikuttaa talotekniikkahormien kautta tulevat vuotoilmavirtaukset ensimmäisen kerroksen maanvastaisista ja maanvaraisista rakenteista. Vuotoilmavirtaukset alemmista kerroksista neljänteen kerrokseen olivat paikallisia ja vähäisiä. Neljäs kerros oli ylipaineinen ulkoilmaan ja talotekniikkahormiin nähden. Yläpohjarakenteissa ei haivattu korotusosalla merkittäviä kosteusteknisiä puutteita tai ilmavuotoreittejä alempaan kerrokseen. Tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde neljännessä kerroksessa on epätodennäköinen eli tasoa 1.

## **4 Korjaussuunnitteluratkaisut**

### **4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä**

Korjauksilla tavoiteltava käyttöikä on viisi vuotta. Korjausten tavoitteena on poistaa tai vähentää vuotoilmavirtausta kuntotutkimuksissa todetuista vaurioista ja epäpuhtauslähteistä. Korjausratkaisuina on käytetty rakenteiden liittymäalueiden tiivistämistä, vaurioituneiden pintamateriaalien poistamista sekä talotekniikkahormin alipaineistamista. Yksittäisten tilojen käytöstä on luovuttu niissä todettujen haittojen takia. Korjausten jälkeen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on mahdollinen eli taso 2.

### **4.2 Alapohjarakenteet**

Maanvaraisen teräsbetonilaatan päällä alalisesta kosteudesta vuorioituneet muovimatot sekä lattian tasoitekerrokset poistetaan. Ensimmäisen kerroksen työtiloissa puhtaan teräsbetonilaatan päälle asennetaan cTrap-matto, jonka tarkoituksena on sitoa betoniin mahdollisesti sitoutuneet haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Lisäksi alapohjan ja ulkoseinän liittymäalue tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella sekä kumibutyylinauhalla (Codex BST, Betton Oy). Alapohjan ja ulkoseinän liittymäalueen tiivistys tehdään puhtaille betonipinnoille. Toisen kerroksen varastotilassa tiivistetään maanvastaisen seinän ja alapohjan liittymäalue. Uudeksi lattiapinnoitteeksi asennetaan keraaminen laatta, joka kestää lattiarakenteseen kohdistuvaa maaperäkosteuden räsitusta.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen tiloissa, joissa lattiapinnoitteen alla on Trelleborg:n koneellisesti tuulettuva matto, ei tehdä alapohjan ja ulkoseinän liittymäalueen tiivistyskorjausta. Mahdollisesti alapohjan ja ulkoseinän / maanvastaisen seinän liittymästä tulevat vuotoilmavirtaukset hallitaan tuulettuvan lattian koneellisella poistoilmanvaihdoilla. Koneellisesti tuulettuvan



lattian poistoilmakanavisto on alapohjan ja ulkoseinän / maanvastaisen seinän liittymissä rakennuksen pitkällä sivuilla.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen maanvaraisen talotekniikkakanaalin hormien läpiviennit sekä hormien pohjat tiivistetään Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella. Ennen tiivistystä hormin pohjaan tehdään tasoitevalu. Läpivientien kohdalla putkien eristeet poistetaan läpiviennin tiiveyden varmistamiseksi.

Maanvaraisen teräsbetonilaatan varaan asennettujen osastoivien palo-ovien liittymäalueiden vanhan tiivistemassat uusitaan.

#### 4.2.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Alapohjan ja ulkoseinän / maanvastaisen seinän liittymäalueen tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen (pistemäisiä vuotoja alipaineistettuna -10 Pa).

Talotekniikkakanaalin läpivientien tiiveys hormoneihin varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

#### 4.2.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Koneellisesti tuulettuvan Trelleborg-maton toimintakuntoa tulee seurata ja varmistaa, että järjestelmä toimii suunnitellusti. Toimintahäiriön sattuessa voi ilmapuodot alapohjan ja ulkoseinän / maanvastaisen seinän sekä alapohjarakenteen kautta voimistua ja niillä voi olla vaikutusta sisäilman laatuun.

Porrashuoneen rappujen alla olevan tyhjän tilan alipaineistusjärjestelmän toimintakuntoa tulee seurata. Järjestelmässä ei ole häiriöstä tai paine-erojen muutoksesta ilmoittavaa hälytysjärjestelmää. Alipaineistusjärjestelmän häiriö voi aiheuttaa vuotoilmavirtauksia rappujen alapuolella olevasta tyhjästä tilasta porrashuoneeseen.

Alapohjarakenteen tiiveyttä on parannettu ulkoseinälinjoilta sekä alapohjan ja pilarien liittymäalueilta. Alapohjan ja palo-ovien liittymäalueet on tiivistetty tiivistemassalla. Väliseinäarakenteiden kohdalla voi olla alapohjan teräsbetonilaatan työsaumoja, joita ei ole tiivistyskorjattu. Alapohjarakenteeseen jäävät vuotoilmakohdat ovat paikallisia ja pääasiassa vähäisiä. Mahdolliset vuotoilmavirtaukset alapohjarakenteista tai rakenteen alapuolisesta täyttömaasta vähenevät merkittävästi ilmanvaihdon tasapainotuksella.

Palo-ovien ja alapohjan liittymä tiivistetään elastisella saumamassalla, jonka käyttöikä ei vastaa rakennusosalta tavoiteltavaa viiden vuoden käyttöikää.

#### 4.2.3 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä tulee seurata huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaan. Tiivistyskorjausten tavoiteltava käyttöikä on viisi vuotta. Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä tulee seurata merkkiainekokeilla ennen korjausten takuuaajan loppumista. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän tulee tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveys varmistaa ennen käyttöä jatkamista. Jos tiloissa, joissa on tiivistettyjä rakenteita havaitaan olosuhdehaittoja ja rakenteissa puutteita, tulee vuotoilmareitit ja niiden merkitys selvittää merkkiainekokeilla.

Palo-ovien ja alapohjan liittymässä oleva elastinen massa tulee uusita tarvittaessa.

### 4.3 Maanvastaiset seinärakenteet

Maanvastaisen seinän ja alapohjan liittymäalueet tiivistetään Betton Oy:n Blowrproof-liquid brush – pinnoitteella ja kumibutyylinauhalla (Codex BST, Betton Oy) tiloissa, joissa lattiapinnoitteena on ollut muovimattoa tai keraamista laattaa. Tiivistystä ei tehdä tiloissa, joissa on koneellisesti tuulettuva Trelleborg-lattiamatto. Maanvastaisten seinien nurkkapilarien hormeissa olevat muottilaudat sekä lämmöneristeet poistetaan ja puhtaat betonipinnat tiivistetään Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella. Hormissa olevat elementtisaumat tiivistetään ureaanivaahdotuksella, jonka päälle asennetaan kumibutyylinauha (Codex BST, Betton Oy). Poikkeuksena on yksi nurkkapilari, joka on tiivistyskorjattu rakennuksen kaikissa kerroksissa (kerrokset 1 – 3).

Kellarin väestönsuojatiloissa olevat sosiaali- ja taukotilat poistetaan käytöstä. Väestösuojan edessä olevaan käytävään tehdään sulkuseinä. Väestönsuojatilan paine-ero säädetään lievästi alipaineiseksi ympäröiviin tiloihin nähden.

#### 4.3.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Alapohjan ja maanvastaisen seinän liittymäalueen tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

Käytöstäpoistettavan väestönsuojan paine-eroa ympäröiviin tiloihin seurataan vähintään viikon kestävällä mittauksella.

#### 4.3.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Maanvastaisten seinärakenteiden ja alapohjan liittymän tiiveyttä on parannettu. Kaikkia vuotoilmareittejä maanvastaisten seinien eristetilasta sisäilmaan ei ole poistettu. Mahdollisia rakenteeseen jääviä vuotoilmareittejä maanvastaisen seinän eristekerroksesta sisäilmaan ovat ikkunarakenteen ja maanvastaisen seinän / ulkoseinän liittymäalueet sekä paikalliset vuotokohdat elementtien saumoissa. Mahdolliset rakenteisiin jäävät vuotoilmareitit ovat paikallisia ja vähäisiä (vähäinen ilmavuoto = 2mm – 1000 mm, hiekko ilmavirtaus). Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainottamisen avulla vuotoilmavirtauksia vähennetään merkittävästi rakenteista sisäilmaan.

#### 4.3.3 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapiteeli 4.2.3).

### 4.4 Ulkoseinärakenteet

Ensimmäisen ja toisen kerroksen talotekniikkakanaalista hormiin tulevat läpiviennit on tiivistetty alapohjarakenteen ja hormin liittymään. Tiivistyskorjauksella poistetaan vuotoilmavirtaukset talotekniikkakanaalista hormiin. Ulkoseinärakenteissa ei todettu sisäilman laadun kannalta merkittäviä epäpuhtauslähteitä.



#### 4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Talotekniikkakanaalin läpivientien tiiveyden tarkastus on esitetty kappaleessa 4.2.1.

#### 4.4.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Ulkoseinärakenteessa ei todettu merkittäviä sisäilman laatuun vaikuttavia epäpuhtauslähteitä. Ulkoseinärakenteeseen ei jää merkittäviä sisäilman laatu heikentäviä riskitekijöitä korjausten jälkeen.

#### 4.4.3 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kappale 4.2.3).

#### 4.5 Väliseinärakenteet

Ei tehty korjaustoimenpiteitä.

#### 4.6 Välipohjarakenteet

Kellarikerroksen väestönsuojan kattorakenteena olevan välipohjarakenteen vaurioituneet muovimattopinnoitteet ja tasoitekerrokset poistetaan. Puhtaan betonipinnan päälle asennetaan cTrap-aktiivihiihimatto, joka sitoo mahdollisesti teräsbetonilaattaan jäävät VOC-yhdisteet. Uudeksi lattiapinnoitteeksi asennetaan laminaatti. Väestönsuojan kattorakenteen ja ulkoseinärakenteen liittymäalue tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella kiinnitetyllä kumibutyylinauhalla (Codex BST).

Väestönsuojan kattorakenteen teräsbetonilaatassa näkyvät halkeamat tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof-liquid – pinnoitteella. VSS-kattorakenteen hiekkatäyttökerroksessa olevan talotekniikkakanaalin läpiviennit talotekniikkahormeihin tiivistetään Blowerproof-liquid brush – pinnoitteella.

#### 4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Tiivistyskorjausten laadunvarmennus tehdään merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

#### 4.6.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Korjausratkaisussa estetään tai vähennetään vuotoilmavirtauksia vaurioista sisäilmaan. Kellarin VSS-kattorakenteen teräsbetonilaattaan mahdollisesti jääneet VOC-yhdisteet sidotaan cTrap-aktiivihiihimatolla. Kellarin väestönsuojan kattorakenteessa ei ole merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä korjaustoimenpiteiden jälkeen.

Toisen kerroksen väestönsuojan kattorakenteen hiekkatilassa sekä pintalaatassa oli kuntotutkimusten perusteella poikkeavaa kosteutta, mutta life line – matossa ja lattiatasoiteessa ei todettu näytteiden perusteella vaurioita. Pitkäkestoinen alkalinen kosteus life line –maton alapinnassa voi aiheuttaa lattiapinnoitteessa muutoksia.

#### 4.6.3 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kappale 4.2.3).

Ensimmäisen kerroksen väestönsuojan kattorakenteena olevan välipohjarakenteen Life line – maton kuntoa tulee tarkkailla aistinvaraisesti.

#### 4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Ei tehty korjaustoimenpiteitä.

#### 4.8 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin

Yhdyskäytävän ja keittiön välissä on kevytbetonielementtiseinä. Käytävän alapohjan ja kevytbetoniseinän rajapinta tiivistetään. Alapohjan ja väliseinän liittymäalueen rajapinnan tiivistyskorjaus tehdään alapohjan keraamisen laatan päälle kumibutyylinauhalla, jonka päälle tehdään Betton Oy:n Blowerproof-liquid brush – pinnoitus. Ennen tiivistyskorjausta keraamisen laatan pinta hiotaan ja saumat tasoitetaan laatan kanssa samaan korkoon. Kevytbetonielementin ja pilarin väli vaahdotetaan uretaanilla, jonka päälle tehdään tiivistyskorjaus Betton Oy:n Blowerproof-liquid-pinnoitteen ja kumibutyylinauhan avulla.

Vuosina 1957 ja 1976 valmistuneiden rakennusten välissä olevan talotekniikkahormin pohja puhdistetaan rakennusjätteestä. Hormin läpiviennit sekä näkyvät vuotoilmakohdat tiivistetään. Hormi alipaineistetaan koneellisesti ympäröiviin tiloihin nähden. Tavoiteltava alipaine talotekniikkahormissa on 5-10 Pa kaikkien kerrosten osalta.

##### 4.8.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Yhdyskäytävän ja keittiön väliseinän sekä alapohjan rajapintojen liittymäalueen tiivistyskorjauksilla tavoitellaan tiiveyden parantamista eli tasoa 3. Väliseinärakenteessa olevien useiden elementtisaumojen takia tiiveyden parantaminen tasolle 1 tai 2 ei ole tarkoituksenmukaista. Tiivistyskorjausten laadunvarmennus tulee tehdä merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti.

Rakennusten liitoskohtaan jäävä talotekniikkahormi alipainestetaan koneellisesti. Paine-eroa seurataan säätövaiheessa vähintään viikon kestäväällä seurantamittauksella tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella. Talotekniikkahormien läpivientien ja liittymien tiiveyden parantaminen tarkistetaan aistinvaraisesti. Näkyviä vuotoilmareittejä hormista ympäröiviin tiloihin ei saa olla.

##### 4.8.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Yhdyskäytävän sekä keittiön välisen kevytbetoniseinän tiiveyttä on parannettu käytävien ja alapohjan liittymästä sekä elementin ja pilarin liittymistä. Ilmavuotoja maanvastaisesta seinärakenteesta keittiöön ei ole tiivistyskorjattu. Keittiön alapohjan akryylibetoni- ja epoksipinnoite on nostettu kevytbetoniseinälle, jolloin liittymä on todennäköisesti melko tiivis. Mahdollisia vuotoilmakohtia kevytbetoniseinän takaa keittiöön on kevytbetonielementtien saumat, jotka ovat keraamisen laatan ja seinätasoitteen takana. Todennäköisesti vuodot maanvastaisen seinän kautta keittiötiloihin ovat vähäisiä.

Rakennusten välissä olevan talotekniikkahormin tiiveyttä on parannettu tiivistämällä läpivienit sekä näkyvät vuotokohdat. Tiiveyden parantamisen lisäksi talotekniikkahormi on alipaineistettu koneellisesti. Paine-erot talotekniikkahormissa rakennuksen eri kerroksissa voivat vaihdella tuuliolosuhteiden vaikutuksesta sekä tilojen käyttöajan ulkopuolella. Hormin alipaineisuus tulisi olla riittävä (vähintään -10 Pa), jotta hormi pysyy alipaineisena ympäröiviin tiloihin nähden eri olosuhteissa ja tilojen käyttöajan ulkopuolella. Alipaineisuutta tulee seurata paine-eroseurannalla järjestelmän säätövaiheessa sekä käyttövaiheessa.

#### **4.8.3 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapale 4.2.3).

Talotekniikkahormin alipaineisuutta tulee seurata säännöllisesti ja järjestelmässä tulee olla paine-eron muutoksista ilmoittava hälytysjärjestelmä.

### **4.9 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Työ- ja opetustilat säädetään 0...3 Pa alipaineiseksi ulkoilmaan nähden. Ilmamäärien riittävyys tilojen käyttötarkoitukseen varmistetaan.

Kellarikerroksen VSS-tilat säädetään lievästi alipaineiseksi rappukäytävään nähden.

#### **4.9.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Työ- ja opetustilojen paine-eroja seurataan vähintään viikon kestäväällä seurantamittauksella säädön jälkeen. Vastaavasti suljetun VSS-tilan paine-eroa käytävään seurataan mittauksilla.

#### **4.9.2 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ilmanvaihtojärjestelmän säännöllisellä vuosihuollolla ja kunnossapidolla varmistetaan järjestelmän toimivuus ja soveltuminen tilojen käyttötarkoitukseen. Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole sisäilman laatua huonontavia tekijöitä, kun järjestelmä toimii suunnitellusti.

#### **4.9.3 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella tulee seurata säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia on suositeltavaa tehdä suunnitellun käyttöiän puolessa välissä tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän tulee varmistaa, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

Tiivistyskorjausten toimivuuden kannalta on olleellista, että rakennuksen paine-erot eri tilojen sekä sisäilman ja ulkoilman välillä on hallinnassa. Liian suuri alipaineisuus lisää vuotoilmariskiä rakenteiden kautta sisäilmaan.



## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA.....	3
1.1	<b>Korjaushistoria</b> .....	3
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
2.1	<b>Alapohjarakenteet</b> .....	3
2.2	<b>Maanvastaiset seinä- ja sokkelirakenteet</b> .....	4
2.3	<b>Ulkoseinärakenteet</b> .....	5
2.4	<b>Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin</b> .....	5
2.5	<b>Yläpohja- ja vesikattorakenteet</b> .....	6
2.6	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b> .....	6
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA.....	6
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT .....	7
4.1	<b>Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä</b> .....	7
4.2	<b>Alapohjarakenteet</b> .....	7
4.2.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	7
4.2.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	8
4.2.3	Käytönaikainen seuranta.....	8
4.3	<b>Maanvastaiset seinärakenteet</b> .....	8
4.3.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	9
4.3.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	9
4.3.3	Käytönaikainen seuranta.....	9
4.4	<b>Ulkoseinärakenteet</b> .....	9
4.4.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	9
4.4.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	9
4.4.3	Käytönaikainen seuranta.....	10
4.5	<b>Yläpohja- ja vesikattorakenteet</b> .....	10
4.5.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	10
4.5.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	10
4.5.3	Käytönaikainen seuranta.....	10
4.6	<b>Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin</b> .....	10
4.6.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	10
4.6.2	Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta .....	11
4.6.3	Käytönaikainen seuranta.....	11
4.7	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b> .....	11
4.7.1	Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	11
4.7.2	Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta.....	11
4.7.3	Käytönaikainen seuranta.....	12

## 1 Perustiedot kohteesta

Rakennuksessa 6.2 on Ruokala ja keittiö ja se on rakennettu vuonna 1976 kahden eri rakennusaikakautena rakennetun rakennuksen 6.1 yhteyteen. Ruokalan ja keittiön yhteydessä olevat rakennukset ovat valmistuneet vuonna 1957 (rakennus 5) ja vuonna 1963 (rakennus 4). Ruokalan ja keittiön peruskorjaus on tehty vuosina 2009 - 2010. Peruskorjauksessa on uusittu tilojen talotekniset järjestelmät, vesikattorakenteet, yläpohjan lämmöneristeet, sisäpintoja sekä keittiön ja ruokalan kalusteet. Ruokalan alapohjarakenne on uusittu 1990-luvulla. Ruokalan ja keittiön yhteydessä on rakennuksen 5 kabinettitilat, ruokala sekä keittiön kylmä- ja kuivavarastot. Yhdyskäytävä on rakennusten 6.1 ja 4 välillä. Yhdyskäytävä on valmistunut ruokalan ja keittiön rakentamisen yhteydessä vuonna 1976.

### 1.1 Korjaushistoria

Ruokala- ja keittiö-osasta saatujen tausta-aineistojen perusteella rakennuksessa on tehty seuraavia korjaustoimenpiteitä.

- 1990 – luku: Maanvaraisen lattiarakenteen peruskorjaus, salaoitusjärjestelmä
- Vuosi 2009: Käyttövesi- ja viemärintijärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 2009: Lämmitysjärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 2009: Ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus
- Vuosi 2009: Keittiön peruskorjaus
- Vuosi 2009: Peruskorjaus: lattia-, sisäkatto- ja sisäseinäpintojen uusiminen
- Vuosi 2010: Vesikattorakenteiden ja yläpohjan lämmöneristeiden uusiminen

Ruokalan, keittiön sekä yhdyskäytävän korjausten käyttöikätaavoitteena on viisi vuotta. Korjausten tavoitteena on poistaa tai vähentää vuotoilmavirtauksia todettujen vaurioiden ja haittojen kautta sisäilmaan.

Tämä selvitys perustuu rakennuksessa tehtyyn kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen, korjaussuunnitelmiin ja tehtyihin korjauksiin. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöiän aikana.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Ympäristöoppaan 2016 mukaisesti sekä altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen ohjeen mukaisesti. Lisäksi kohteeseen on tehty haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-aineiden osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.1 Alapohjarakenteet

Ruokalan alapohjarakenteena on lämmöneristetty, maanvarainen teräsbetonilaatta, jonka pinoitteena on keraaminen laatta. Ruokalan alapohjarakenteen alapuolista pohjavedentasoa säädetään veden pumppausjärjestelmällä. Maanvaraisen teräsbetonilaatan ja ruokalaa ympäröivien seinien liittymäalueilla todettiin betonin kuivumiskutistumisesta syntyneitä rakoja, joiden kautta tuli vuotoilmaa alapohjan alustäyttömaasta. Näkyvät vuotoilmareitit ovat merkittäviä ilmapuotoikohtia.

Ruokalan alapohjarakennetta ei ole uusittu yhdyskäytävän ja ruokalan välissä olevien mineriittilevy- ja verhomuurattujen seinien alapuolelta ja rakenteena on lämmöneristämätön teräsbetonilaatta. Yhdyskäytävän kohdalla alapohjarakenteen ja maanvastaisten seinärakenteiden liittymässä oli näkyvä vuotoilmareitti ja sen kautta tulevassa vuotoilmassa oli homeen hajua. Näkyvät vuotoilmareitit ovat merkittäviä ja niiden heikentävä vaikutus ruokalan sisäilman laatuun on todennäköinen.

Keittiön alapohjarakenteena on kaksoisbetonilaatta, jossa maanvaraisen laatan ja pintalaatan välissä on bitumikermi. Lattiapinnoitteena on kaksinkertainen akryylibetoni, joiden välissä on epoksinnoite. Akryylibetoni- ja epoksinnoite on nostettu noin 50 mm keittiötä ympäröiville seinäpinnoille. Kuntotutkimuksissa keittiön alapohjarakenteessa ei havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä rakenneratkaisuja. Keittiön alapohjarakenteen heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Yhdyskäytävän alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetonilaatta ja lattiapinnoitteena on keraaminen laatta. Yhdyskäytävän alapohjarakenteessa on kattovesikaivojen läpivientejä ja niiden kautta tuli homeen hajua kattovesikaivojen kotelointiin. Läpivientien lämmöneristeenä on mineraalivillaa, joka oli mikrobivaurioitunut maaperäkosteuden vaikutuksesta. Käytävien alapohjarakenteen ja ulkoseinä- ja maanvastaisen seinärakenteiden liittymissä on näkyviä vuotoilmareittejä ja niiden kautta tulevat ilmavuodot olivat merkittäviä. Vuotoilmassa oli homeen hajua.

Alapohjarakenteen kautta tulee vuotoilmavirtausta yhdyskäytävään ja ilmavuotojen heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen. Myös ruokalan alapohjarakenteen alustäytetömaasta vuotoilmavirtaus sisäilmaan on merkittävä.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ollut asbestia tai vaarallisia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## 2.2 Maanvastaiset seinä- ja sokkelirakenteet

Ruokala on rakennettu 2,2 metriä yhdyskäytävän alapuolelle, joten käytävien ja ruokalan väliset seinät ovat osittain maanvastaisia. Ruokalan ja yhdyskäytävän sekä porrashuoneen välisinä maanvastaisina seinärakenteina on paikalla valettuja teräsbetoniseiniä, joiden sisäpinnassa on joko verhomuurattua tai levyrakennetta. Verhomuurauksen ja maanvastaisen seinän ilmavälissä oli homeen hajua, joka tuli alapohjan ja maanvastaisen seinän epätiivisiin liittymän kautta vuotoilmana. Alapohjan ja maanvastaisen seinän liittymässä on mineraalivillaeristys, jossa todettiin mikrobivaurioita. Mineriiittilevyseinän puurungossa oli näkyviä mikrobivaurioita. Mineriiittilevyseinän ja maanvastaisen seinän ilmavälissä oli rakennusjätettä, kuten muottilaudoituksia. Ilmaväliin tuli vuotoilmaa alapohjan ja maanvaraisen seinän liittymästä.

Yhdyskäytävän ulkoseinärakenteet ovat osittain maanvastaisia. Maanvastaisena seinärakenteena on teräsbetoninen sandwich-elementti, jonka lämmöneristeenä on mineraalivilla. Sokkelirakenteena on paikalla valettu teräsbetoni, jonka halkaisun lämmöneristeenä on mineraalivilla. Yhdyskäytävän maanvastaisen seinärakenteen sekä sokkelihalkaisun mineraalivillaeristeet ovat mikrobivaurioituneet eristekerrokseen vaikuttavasta maaperäkosteudesta. Vauriot sokkelihalkaisussa sekä maanvastaisten seinien eristekerroksissa ovat laaja-alaisia ja niiden kautta on merkittäviä, näkyviä vuotoilmareittejä. Sokkelihalkaisun vaurioituneista lämmöneristeistä tuli vuotoilmavirtausta sisäilmaan myös ulko-oven ja ikkunoiden liittymäalueista ja vuotoilmavirtaukset olivat merkittäviä.

Maanvastaisten seinärakenteiden heikentävä vaikutus sekä ruokalan että käytävien G1079A ja B sisäilmaan on todennäköistä, johtuen vaurioiden laajuudesta ja vaurioiden kautta tulevista vuotoilmavirtauksista.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella ruokalan ja yhdyskäytävän välisen seinän mineriittilevyt (lujalevy) sisältävät asbestia (krysotiili).

### 2.3 Ulkoseinärakenteet

Yhdyskäytävän ulkoseinärakenteet ovat sandwich-elementtirakenteita ja kantava runkojärjestelmän on pilari-palkki-runko. Ikkunarakenteet ovat alkuperäiset ja huonokuntoiset. Ikkunan ja seinän liittymien kautta tuli vuotoilmaa ulkoseinän ja sokkelihalkaisun eristekerroksista. Sokkelihalkaisun eristekerroksissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita.

Ulkoseinärakenteen heikentävä vaikutus yhdyskäytävän sekä käytäviä ympäröivien tilojen sisäilman laatuun on todennäköistä rakenteessa olevien vaurioiden ja niiden kautta tulevien vuotoilmavirtausten takia.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ollut asbestia tai vaarallisia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.4 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin

Keittiön ja yhdyskäytävän välissä olevat väliseinärakenteet ovat osittain maanvastaisia, koska keittiön lattiapinta on 2,2 metriä käytävien lattiapinnan alapuolella. Väliseinärakenteena on kevytbetonielementti, jonka takana seinän maanvastaisella osalla on tyhjätila sekä kantava teräsbetoniseinä. Kevytbetonielementtien takana olevassa tyhjässä tilassa oli vahva homeen haju. Maanvaraisen teräsbetonilaatan ja maanvastaisen betoniseinän liitoksessa on mineraalivillaa, joka on todennäköisesti mikrobivaurioitunut. Maanvastaisen seinän kautta tulee vuotoilmaa yhdyskäytävään kevytbetonielementtien ja pilarien liittymistä sekä kevytbetonielementin ja käytävien alapohjarakenteen liittymästä. Käytävien ja keittiön välisen kevytbetonielementtiseinän ja pilareiden liitos on epätiivis. Väliseinärakenteen kautta tuleva vuotoilma heikentää yhdyskäytävän sisäilman laatua ja sen heikentävä vaikutus keittiön sekä yhdyskäytävän sisäilman laatuun on todennäköinen.

Vuonna 1963 valmistuneen rakennuksen ja ruokalan liittymäalueella ruokalan puolella on tyhjä tila. Tyhjätila vuonna 1963 valmistuneen rakennuksen alkuperäiseen ulkoseinärakenteeseen. Ruokalan puolella on tyhjän tilan ja ruokalan välissä 160 mm teräsbetoniseinä. Tyhjässä tilassa on maapohja, näkyvää kosteutta sekä näkyvää mikrobikasvua rakennusjätteissä. Tyhjästä tilasta tuli vuotoilmaa ruokalaan alapohjan ja seinän liitoksista sekä tyhjän tilan kattorakenteen liitoksista. Tyhjän tilan kautta tulevassa vuotoilmassa oli voimakas homeen haju ja sen heikentävä vaikutus ruokalaan sekä ympäröiviin tiloihin on todennäköinen.

Ruokalan ja vuonna 1957 valmistuneen rakennuksen välinen seinä on aikaisemmin ollut pääosin maanvastainen väestönsuojan seinärakenne, joka on massiivinen teräsbetoniseinä. Pie-nellä alueella seinärakenteena on verhomuurattua teräsbetoniseinää, jossa verhomuurauksen ja betoniseinän välissä on mineraalivillaeristys. Kyseinen seinärakenne on ollut ennen ruokalan rakentamista maanvastainen ja seinärakenteen lämmöneriste on mikrobivaurioitunut. Vaurio on paikallinen ja seinärakenteen heikentävä vaikutus ruokalan sisäilman laatuun on mahdollinen.



Vuosina 1957 ja 1976 valmistuneiden rakennusten välissä on talotekniikkahormi, jossa on keittiön ilmanvaihtojärjestelmän poistoilmakanavistot vesikatteella olevalle jäteilmapuhaltimelle. Hormin pohjalla oli rakennusjätettä. Hormin kautta tulee vuotoilmaa keittiön varastotiloihin sekä ruokalaan. Hormin vaikutus ruokalan ja keittiön sisäilman laatuun on todennäköistä.

Viereisten rakennusten liittymäalueissa on ilmapuotokohtia maaperästä tai vaurioituneista rakenteista ja materiaaleista, joten liittymäalueiden heikentävä vaikutus ruokalan sisäilman laatuun on todennäköistä.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella vuosina 1957 ja 1967 valmistuneiden rakennusten rappukäytävän ovien yläpuolella oleva mineriittilevy (lujalevy) sisältää asbestia (krysotiili).

## **2.5 Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Yläpohjan lämmöneristeet sekä vesikattorakenteet on uusittu vuosien 2009-10 peruskorjauksissa. Yläpohjan kantavana rakenteena on TT-laatasta sekä ontelolaattaa, jonka päällä on bitumikermihöyrynsulku. Lämmöneristeinä on mineraalivillaa ja kevytsorakerros. Yläpohjan tuulettuminen on puutteellinen varsinkin ruokalan yläpohjarakenteessa, koska kattorakenne on ympäröivien rakennusten alapuolella.

Kuntotutkimuksissa ruokalan yläpohjarakenteen eristekerroksessa ei havaittu vaurioita tai merkittäviä sisäilman epäpuhtauslähteitä.

Yhdyskäytävän yläpohjan ja ulkoseinän liitoksesta tuli vuotoilmaa ulkoseinän sekä maanvastaisten seinän eristekerroksista, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita. Vuotoilmakohdat olivat merkittäviä pilarin ja yläpohjarakenteen liitoksissa. Muualla vuotoilmakohdat olivat paikallisia. Yläpohjarakenteen heikentävä vaikutus ruokalan, keittiön ja yhdyskäytävän sisäilman laatuun on epätodennäköistä.

Haitta-ainetutkimuksen perusteella rakennusosassa ei ollut asbestia tai vaarallisia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

## **2.6 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Keittiön ja ruokalan ilmanvaihtojärjestelmä on uusittu vuosien 2009-10 peruskorjauksissa ja järjestelmä oli hyvässä kunnossa.

Käytävässä on koneellinen poistoilmanvaihto ja tilat olivat voimakkaasti alipaineisia ulkoilmaan nähden. Paine-eromittausten perusteella käytävät ovat normaalikäyttötilassa 14 - 17 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Liian suuri alipaineisuus lisää vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan.

## **3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia**

Maanvastaisten seinärakenteiden ja maanvaraisen lattiarakenteen liitosten kautta tulee vuotoilmaa ruokalaan. Vuotoilmassa oli homeen hajua. Ruokalan ja viereisten rakennusten liittymäalueilla on näkyviä vaurioita ja ilmapuotoreittejä ruokalan sekä myös ympäröivien tilojen sisäilmaan. Yhdyskäytävän ulkoseinärakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Keittiön ja ruokalan ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunto on hyvä ja se parantaa tilojen sisäilman laatua. Ruokalan ja keittiön poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen eli tasoa 3.

## 4 Korjaussuunnitteluratkaisut

Korjaussuunnitteluratkaisujen vaikutuksen arviointi altistumisolosuhteisiin on tehty korjaussuunnitelmien sekä toteutettujen korjausratkaisujen perusteella. Korjausratkaisuille on tehty korjausten laadunvarmennus erillisen suunnitelman mukaisesti.

### 4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä

Ruokalan, keittiön ja yhdyskäytävän korjauksilla tavoiteltava käyttöikä on viisi vuotta. Korjausten tavoitteena on poistaa tai vähentää vuotoilmavirtauksia kuntotutkimuksissa todetuista vaurioista ja epäpuhtauslähteistä. Korjausratkaisuinä on käytetty rakenteiden liittymäalueiden tiivistämistä sekä yksittäisten tilojen / rakenteiden koneellista alipaineistamista. Vaurioituneet pintamateriaalit- tai rakenteet on poistettu. Korjausten jälkeen tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on mahdollinen eli taso 2.

### 4.2 Alapohjarakenteet

Yhdyskäytävän ulkoseinän sekä pilarien ja alapohjarakenteen liitos sekä alapohjarakenteen läpiviennit tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof liguid – pinnoitteella kiinnitetyllä kumibutyylinauhalla (Codex BST). Tiivistys tehdään puhtaille betonipinnoille. Yhdyskäytävän ja keittiön kevytsoraelementtiseinän liittymässä tiivistyskorjaus tehdään keraamisen laatan päälle. Kevytsoraelementtiseinän alareuna tasoitetaan sementtipohjaisella tasoitteella ennen tiivistyskorjauksia.

Ruokalan ja yhdyskäytävän väliset maanvastaisten seinien ja maanvaraisen lattiarakenteiden liitokset tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof liguid – pinnoitteella kiinnitetyllä kumibutyylinauhalla (Codex BST). Tiivistyskorjaus tehdään puhtaille betonipinnoille. Porrashuoneen ja yhdyskäytävän välisten portaiden liitokset on tiivistyskorjattu. Ruokalan alapohjarakennetta alipaineistetaan koneellisesti. Alipaineistuksen tavoitteena on vähentää vuotoilmavirtauksia ruokalan alapohjan täyttömaasta sisäilmaan. Tavoiteltava aliapaine on 10 Pa.

Ruokalan ja porrashuoneen välisten palo-ovien kynnysten ja alapohjan liitoksen tiivistemassa uusitaan kynnyksen molemmilta puolilta.

#### 4.2.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Yhdyskäytävän ja ruokalan alapohjan ja ulkoseinän liittymäalueen tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksien tavoitteena tiiveystaso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen (pistemäisiä vuotoja alipaineistettuna -10 Pa).

Yhdyskäytävän ja keittiön väliseinän sekä alapohjan liittymäalueen tiivistyskorjauksilla tavoitellaan tiiveyden parantamista eli tasoa 3. Väliseinärakenteessa olevien useiden elementtisaumojen (kevytbetonielementti) takia tiiveyden parantaminen tasoille 1 tai 2 ei ole tarkoituksen mukaista. Tiivistyskorjausten laadunvarmennus tulee tehdä merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti.

Ruokalan alapohjan täyttömaan ja sisäilman välistä paine-eroa seurataan säätö- ja korjaustyön jälkeen noin viikon kestävällä seurantamittauksella.

#### 4.2.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Sekä ruokalan että yhdyskäytävän alapohjarakenteiden tiiveyttä on parannettu ulkoseinälinjoilta sekä alapohjan ja pilarien liittymäalueilta. Alapohjan ja palo-ovien liittymäalueet on tiivistetty tiivistemassalla. Ruokalan ja yhdyskäytävän alapohjan liikuntasauman tiiveyttä ei ole parannettu.

Sekä ruokalan että yhdyskäytävän alapohjan täyttömaahan jää vuotoilmareittejä. Yhdyskäytävän merkittävin vuotoilmareitti alapohjarakenteessa on tiivistämätön liikuntasauma. Vuotoilmavirtausta ruokalan alapohjasta vähennetään alapohjan alustäyttökerroksen koneellisella alipaineistuksella. Alapohjarakenteen täyttökerroksen ja sisäilman väliseen paine-eroon vaikuttavat ympäröivien tilojen käyttö ja niissä vallitsevat paine-erot.

Ruokalan paine-eroon voi hetkellisesti vaikuttaa voimakkaat tuuliolosuhteet, jolloin ruokalan alapohjan täyttökerroksen ja sisäilman välinen paine-ero voi muuttua. Ruokalan paine-eroihin vaikuttaa voimakkaasti myös sen yhteydessä oleva keittiö, jossa käytetään ajoittain voimakkaita kohdepoistoja. Ruokalan alapohjan täyttömaasta voi tulla vuotoilmaa ruokalaan paine-eromuutosten yhteydessä.

Mahdolliset vuotoilmavirtaukset alapohjarakenteista tai rakenteen alapuolisesta täyttömaasta vähenevät merkittävästi ilmanvaihdon tasapainotuksella. Ilmanvaihdon tasapainottaminen vähentää hallitsemattomia ilmavirtauksia rakenteiden ja eri tilojen välillä.

#### 4.2.3 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä tulee seurata huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Tiivistyskorjausten tavoiteltava käyttöikä on viisi vuotta. Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyttä tulee seurata merkkiainekokeilla ennen korjausten takuuajan loppumista.

Ruokalan alapohjarakenteen täyttökerroksen ja sisäilman välistä paine-eroa tulee seurata ja seurannassa tulee käyttää toimintahäiriöistä tai paine-eron muutoksista hälyyttävää valvontajärjestelmää.

Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän tulee tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveys varmistaa ennen käyttöiän jatkamista. Jos tiivistetyissä rakenteissa havaitaan puutteita tai niiden epäillään aiheuttavan haittaa, tulee vuotoilmareitit ja niiden merkitys varmentaa merkkiainekokeilla.

### 4.3 Maanvastaiset seinärakenteet

Yhdyskäytävän maanvastaiset seinärakenteet ja niissä olevat liitokset tiivistetään. Tiivistyskorjauksessa on käytetään Betton Oy:n Blowerproof liquid - pinnoitetta sekä kumibutyylinauhaa (COdex STB).

Ruokalan ja porrashuoneen välissä ollut levyseinärakenne ja sen näkyvät vauriot poistetaan ja porrashuoneen maanvastainen teräsbetoniseinä tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof liquid – pinnoitteella. Ruokalan ja yhdyskäytävän välisen maanvastaisen seinän liitokset alapohjaan tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof liquid - pinnoitteella sekä kumibutyylinauhalla (Codex STB). Levyseinärakenteen mineriittilevy sisältää asbestia, joten seinän purkutyö tulee tehdä asbestipurkutyönä.

#### 4.3.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Maanvastaisten seinien ja niiden liitosten tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen (pistemäisiä vuotoja alipaineistettuna -10 Pa).

Yhdyskäytävän ja keittiön väliseinän sekä alapohjan liittymäalueen tiivistyskorjauksilla tavoitellaan tiiveyden parantamista eli tasoa 3. Väliseinärakenteessa olevien useiden elementti-saumojen takia tiiveyden parantaminen tasoille 1 tai 2 ei ole tarkoituksen mukaista. Tiivistyskorjausten laadunvarmennus tulee tehdä merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti.

#### 4.3.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Tiivistyskorjauksen onnistuminen vaatii aina ilmanvaihdon tasapainottamista. Yhdyskäytävä on normaalikäyttöolosuhteissa hyvin alipaineinen ulkoilmaan nähden. Toisaalta yhdyskäytävän maanvastaisen seinän ja ulkoseinän eristekerroksissa on todettu laaja-alaisia mikrobivauriota. On hyvin todennäköistä, että yhdyskäytävän seinärakenteisiin jää tiivistyskorjauksen jälkeen pistemäisiä ilmavuotokohtia. Liian suuret paine-erot ulkoilman ja sisäilman välillä lisäävät vuotoilmavirtauksia pistemäisten ilmavuotokohtien kautta. Ilmanvaihdon tasapainottaminen vähentää hallitsemattomia ilmavirtauksia rakenteiden ja eri tilojen välillä.

Yhdyskäytävän sekä keittiön välisen kevytbetoniseinän tiiveyttä on parannettu käytävien ja alapohjan liittymästä sekä elementin ja pilarin liittymistä. Ilmavuotokohtia maanvastaisesta seinärakenteesta keittiöön ei ole tiivistyskorjattu. Keittiön alapohjan akryylibetoni- ja epoksi-pinnoite on nostettu kevytbetoniseinälle, jolloin liittymä on todennäköisesti melko tiivis. Mahdollisia vuotoilmakohtia kevytbetoniseinän takaa keittiöön on kevytbetonielementtien saumat, jotka ovat keraamisen laatan ja seinätasoitteen takana. Todennäköisesti vuodot maanvastaisen seinän kautta keittiötiloihin ovat vähäisiä.

#### 4.3.3 Käytönaikainen seuranta

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapale 4.2.3).

### 4.4 Ulkoseinärakenteet

Yhdyskäytävän ulkoseinärakenteiden liitokset ikkuna- ja ovirakenteisiin tiivistetään Betton Oy:n tiivistyskorjausjärjestelmällä. Ulkoseinän sandwich-elementin ja yläpohjan TT-laatan liitos tiivistetään Betton Oy:n Blowerproof Liquid – pinnoitteella.

#### 4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Ulkoseinän ja sen liitosten tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

#### 4.4.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta

Tiivistyskorjauksen onnistuminen vaatii aina ilmanvaihdon tasapainottamista. Yhdyskäytävä on normaalikäyttöolosuhteissa hyvin alipaineinen ulkoilmaan nähden. Toisaalta yhdyskäytävä

vän maanvastaisen seinän ja ulkoseinän erisetkerroksissa on todettu laaja-alaisia mikrobivauriota. On hyvin todennäköistä, että yhdyskäytävän seinärakenteisiin jää tiivistyskorjauksen jälkeen pistemäisiä ilmavuotokohtia. Liian suuret paine-erot ulkoilman ja sisäilman välillä lisäävät vuotoilmavirtauksia pistemäisten ilmavuotokohtien kautta. Ilmanvaihdon tasapainottaminen vähentää hallitsemattomia ilmavirtauksia rakenteiden ja eri tilojen välillä.

#### **4.4.3 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapale 4.2.3).

### **4.5 Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Yhdyskäytävän ulkoseinän ja yläpohjan liitos tiivistetään Betton Oy:n liquid blowerproof –pinnoitteella.

#### **4.5.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Ulkoseinän ja yläpohjan tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

#### **4.5.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ympäröivät tilat alipaineistavat käytävää ja sen paine-erojen hallinta on haasteellista nykyisellä ilmanvaihtojärjestelmällä. Suuri alipaineisuus lisää vuotoilmavirtauksia vaurioituneiden rakenteiden kautta sisäilmaan, joten rakenteiden tulee olla hyvin tiiviitä. Ilmanvaihdon tasapainottaminen vähentää hallitsemattomia ilmavirtauksia rakenteiden ja eri tilojen välillä.

#### **4.5.3 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapale 4.2.3).

### **4.6 Liittymäalueet viereisiin rakennuksiin**

Vahtimestarien työtilojen ja ruokalan välissä olevasta tyhjästä tilasta poistetaan vaurioituneet muottilaudoitukset sekä maanpinta puhdistetaan. Tyhjän tilan seinä- ja kattorakenteisiin tehdään tiivistyskorjaus. Korjauksissa tyhjän tilan ruokalan puoleisen seinän ja alapohjan liittymäalue tiivistetään vesieristemassalla (Ardex, 8+9) kiinnitetyllä kumibutyylinauhalla (Ardex STB), kuten myös pilarien ja teräsbetonisen kattorakenteen liittymät ja liikuntasäuma. Tyhjä tila alipainestetaan koneellisesti ympäröiviin tiloihin nähden. Tavoiteltava alipaine on 10 Pa.

Vuosina 1957 ja 1976 valmistuneiden rakennusten välissä olevan talotekniikkahormin pohja puhdistetaan rakennusjätteestä. Hormin läpiviennit sekä näkyvät vuotoilmakohdat tiivistetään. Hormi alipaineistetaan koneellisesti ympäröiviin tiloihin nähden. Tavoiteltava alipaine talotekniikkahormissa on 5-10 Pa kaikkien kerrosten osalta.

#### **4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Tyhjän tilan tiiveys varmistetaan merkkiainekokeilla RT-kortin 14-11197 ohjeiden mukaisesti. Korjauksissa tavoiteltuna tiiveystasona on taso 2 eli merkittävä tiiveyden parantaminen.

Tiivistyskorjausten lisäksi tyhjä tila alipaineistetaan koneellisesti ympäröiviin tiloihin nähden. Tavoiteltava alipaine on 10 Pa. Alipaineistusta tulee seurata tyhjän tilan ja ympäröivien tilojen välillä paine-erojen seurantamittauksella, jonka mittausjaksona tulee olla vähintään yksi viikko.

Vuosina 1957 ja 1976 valmistuneiden rakennusten välissä olevan talotekniikkahormin paine-eroa ympäröiviin tiloihin tulee seurata vähintään viikon kestäväällä seurantamittauksella. Talotekniikkahormien läpivientien ja liittymien tiiveyden parantaminen tarkistetaan aistinvaraisesti. Näkyviä vuotoilmareittejä hormista ympäröiviin tiloihin ei saa olla.

#### **4.6.2 Rakennusosaan liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Tyhjän tilan sekä talotekniikkahormin koneellisiin alipainestusjärjestelmiin tulee asentaa järjestelmien häiriöistä tai paine-erojen muutoksista hälyyttävät valvontajärjestelmät, jotta alipainestusjärjestelmien toimintakuntoa voidaan luotettavasti seurata.

Rakennusten välissä olevan talotekniikkahormin tiiveyttä on parannettu tiivistämällä läpivienit sekä näkyvät vuotokohdat. Tiiveyden parantamisen lisäksi talotekniikkahormi on alipaineistettu koneellisesti. Paine-erot talotekniikkahormissa rakennuksen eri kerroksissa voivat vaihdella tuuliolosuhteiden vaikutuksesta sekä tilojen käyttöajan ulkopuolella. Hormin alipaineisuus tulisi olla riittävä (vähintään -10 Pa), jotta hormi pysyy alipaineisena ympäröiviin tiloihin nähden eri olosuhteissa ja tilojen käyttöajan ulkopuolella. Alipaineisuutta tulee seurata paine-eroseurannalla järjestelmän säätövaiheessa sekä käyttövaiheessa.

#### **4.6.3 Käytönaikainen seuranta**

Tiivistyskorjattujen rakenteiden tiiveyden seuranta huoltokirjaan liitetyn suunnitelman mukaisesti. Seuranta vastaavasti kuin edellä mainituilla tiivistyskorjatuilla rakennusosilla (kts. kapale 4.2.3).

Tyhjän tilan sekä talotekniikkahormin ja ympäröivien tilojen välistä paine-eroa tulee seurata ja seurannassa tulee käyttää toimintahäiriöistä tai paine-eron muutoksista hälyyttävään valvontajärjestelmää.

### **4.7 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Yhdyskäytävän paine-eroa ulkoilman ja sisäilman välillä tasapainotetaan. Käytävien tasapainotus tehdään esilämmitettävien korvausilmaventtiilien avulla. Tavoiteltava paine-ero ulkoilman ja sisäilman välillä on 0...-3 Pa. Ruokalan ja keittiön ilmanvaihtojärjestelmien aikaohjelma tarkistetaan ja ilmanvaihtojärjestelmiä tasapainotetaan.

#### **4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Yhdyskäytävän ja ulkoilman ja sisäilman välistä paine-eroa seurataan vähintään viikon kestäväällä seurantamittauksella säätötöiden jälkeen.

#### **4.7.2 Järjestelmään liittyvät riskit korjausten jälkeen ja niiden hallinta**

Ilmanvaihtojärjestelmän säännöllisellä vuosihuollolla ja kunnossapidolla varmistetaan järjestelmän toimivuus tilojen käyttötarkoitukseen. Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole sisäilman laatu huonontavia tekijöitä, kun järjestelmän toimii suunnitellusti.

#### 4.7.3 Käytönaikainen seuranta

Ilmanvaihdon paine-eroja tilojen käyttöaikana ja sen ulkopuolella tulee seurata säännöllisesti huoltokirjaan liitettävän suunnitelman mukaisesti. Paine-erojen seurantamittauksia on suositeltava tehdä suunnitellun käyttöiän puolella välissä tai ilmanvaihtojärjestelmään mahdollisesti tehtävien säätö- ja/tai muutostöiden yhteydessä. Jos tilojen käyttöä jatketaan yli suunnitellun käyttöiän tulee varmistaa, että rakennuksen paine-erot ulko- ja sisäilman välillä ovat lähes tasapainotilassa.

Tiivistyskorjausten toimivuuden kannalta on olleellista, että rakennuksen paine-erot eri tilojen sekä sisäilman ja ulkoilman välillä on hallinnassa. Liian suuri alipaineisuus lisää vuotoilmariskiä rakenteiden kautta sisäilmaan.





## SISÄLLYSLUETTELO

1	PERUSTIEDOT KOHTEESTA .....	3
	1.1 Korjaushistoria .....	3
2	RAKENNUKSEN KUNTO .....	3
	2.1 Alapohjarakenteet.....	3
	2.2 Maanvastaiset seinärakenteet .....	4
	2.3 Ulkoseinärakenteet.....	5
	2.4 Väliseinärakenteet.....	5
	2.5 Välipohjarakenteet.....	5
	2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	6
	2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	6
3	ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ENNEN KORJAUKSIA.....	6
4	KORJAUSSUUNNITTELURATKAISUT .....	7
	4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä .....	7
	4.2 Alapohjarakenteet.....	7
	4.2.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	8
	4.2.2 Käytönaikainen seuranta .....	8
	4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	8
	4.3 Maanvastaiset seinärakenteet .....	8
	4.3.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	9
	4.3.2 Käytönaikainen seuranta .....	9
	4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	10
	4.4 Ulkoseinärakenteet.....	10
	4.4.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	11
	4.4.2 Käytönaikainen seuranta .....	11
	4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	11
	4.5 Väliseinärakenteet.....	11
	4.5.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	11
	4.5.2 Käytönaikainen seuranta .....	11
	4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	12
	4.6 Välipohjarakenteet.....	12
	4.6.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	12
	4.6.2 Käytönaikainen seuranta .....	12
	4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	13
	4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	13
	4.7.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	13
	4.7.2 Käytönaikainen seuranta .....	13
	4.7.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	13
	4.8 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	14
	4.8.1 Suunnittelun korjausratkaisun laadunvarmistus.....	14
	4.8.2 Käytönaikainen seuranta .....	14
	4.8.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen .....	14

## 1 Perustiedot kohteesta

Rakennus koostuu kahdesta siivestä/osasta eli asuntola- ja koulusiivestä. Rakennus on valmistunut vuonna 1953. Koulusiivessä on luokkatilat, opettajien työtiloja sekä tekniset tilat. Asuntolasiivessä on opiskelija-asuntoja, keittiöt ja märkätilat sekä asuntolasiiven pohjakerroksessa on myös toimistotilat. Rakennuksessa on kolme kerrosta sekä vesikaton alla kylmä ullakkotila. Pohjakerros on koulusiivessä maanpinnan alapuolella. Rakennuksen julkisivut ovat rapattuja ja vesikattona on tiilikate. Rakennus on suojeltu kaavassa luokituksella sr-2.

### 1.1 Korjaushistoria

Rakennuksessa on tehty seuraavia korjaustoimenpiteitä vuosien 1980 – 2006 välisenä aikana.

- Ilmanvaihtojärjestelmän perusparannus ja talotekniikkajärjestelmien muutostöitä ja korjauksia vuonna 1983
- Useita tilamuutoksia talotekniikkaperuskorjauksen yhteydessä vuonna 1983
- Julkisivun ja ikkunoiden maalaus sekä vesikatteen uusiminen 1993
- Lämmitys-, käyttövesi- ja viemärintijärjestelmien sekä sähköjärjestelmien peruskorjaus 2006
- Asuinhuoneistojen märkätilojen muutostyöt 2006
- Joidenkin tilojen pintamateriaalien uusimisia 2006
- Salaojituksen uusiminen, katto- ja pintavesien viemärintijärjestelmän uusiminen 2006
- Maanvastaisen seinärakenteen perusmuurilevytys, 2006

Rakennukseen on suunnitteilla peruskorjaus. Lisäksi tilojen käyttäjillä on ollut oireita ja olosuhdehaittoja, joiden on oletettu johtuvan rakennuksesta. Rakennuksen tiloissa on havaittu homeen hajua.

Tämä selvitys perustuu rakennuksessa tehtyyn kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen sekä hankesuunnitteluvaiheen luonnossuunnitelmiin. Selvityksessä esitetään, miten todettujen haittojen vaikutus sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjiin poistetaan. Lisäksi tarkastellaan korjattujen rakenteiden toimintaa niiden suunnitellun käyttöajan aikana.

## 2 Rakennuksen kunto

Rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Ympäristöoppaan 2016 mukaisesti sekä altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti. Lisäksi kohteeseen on tehty haitta-ainetutkimus. Tässä liitteessä käsitellään rakennusosakohtaisesti haitta-aineiden osalta materiaalit, joissa on todettu asbestia tai vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

### 2.1 Alapohjarakenteet

Alapohjarakenne on kauttaaltaan maanvarainen. Alapohjarakenteita on useita erilaisia (rakennekerrosten paksuudet vaihtelevat), mutta pääperiaatteiltaan rakennuksessa on kahta eri alapohjatyyppiä. Asuntolasiiven alapohja on lastuvillalevyeristetty kaksoisbetonilaatta ja lattiapinnoitteena on pääosin muovimattoa ja osin klinkkeriä. Koulusiiven alapohja on lämmöneristämätön kaksoisbetonilaatta, jonka lattiapinnoitteena on osittain muovimattoa ja osittain klinkkeriä.

Asuntolasiiven alapohjan lastuvillalevyssä on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja lattiarakenteessa on todettu laaja-alaisesti poikkeavaa kosteutta. Alapohjan lastuvillalevyeristekerroksesta on vähäisiä mutta laaja-alaisia vuotoilmavirtauksia sisäilmaan.

Koulusiivessä alapohja on lämmöneristämätön kaksoisbetonilaatta. Rakenteessa on todettu laaja-alaisesti poikkeavaa kosteutta ja aistinvaraisesti muovimatossa on todettu vaurioitumista. Alapohjan alta maaperästä on vähäisiä ja paikallisia vuotoilmavirtauksia sisäilmaan. Alapohjan vaurioitunut muovimatto on suorassa ilmayhteydessä sisäilmaan.

Alapohjan vauriot ovat syntyneet, kun maaperästä on noussut kapillaarisesti kosteutta rakenteeseen. Rakenteessa oleva bitumisively ei ole ollut riittävä kosteuden siirtymistä vastaan. Lisäksi lämmöneristämättömässä tai heikosti lämmöneristetyssä rakenteessa kosteutta on siirtynyt maaperästä merkittävässä määrin myös diffuusiolla.

Alapohjarakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Alapohjarakenteissa on osassa tiloja asbesti- ja PAH-pitoista bitumia kaksoisbetonilaatan kosteudeneristykseenä. Osassa tiloja lattiapinnoitteiden alla on myös asbestipitoinen magnesiama-sakerros. Lisäksi kellarikerroksessa on pieniä määriä asbestipitoista sementtikuitulevyä, asbestipitoisia palo-ovia sekä asbestipitoista tasoitetta lämmönjakohuoneen hormirakenteissa. Myös asbestipitoisia putkieristeitä on osittain alapohjarakenteiden sisällä/alla.

## 2.2 Maanvastaiset seinärakenteet

Rakennuksessa on pääperiaatteiltaan kahta erilaista maanvastaisten rakenteiden rakennetyyppejä. Osassa tiloja on paikallavaletun teräsbetonirakenteen sisäpinnassa bitumisively, 70 mm lastuvillalevyeristys sekä noin 30 mm paksuinen sisäpinnan rappaus ja maali.

Osassa tiloja maanvastainen seinärakenne on sisäpuolelta verhomuurattu rakenne. Osassa näistä tiloista verhomuurauksen ja kantavan betonirakenteen sisäpinnan bitumisivelyn välissä on lastuvillalevyeristys, mutta osassa tiloja rakenne on lämmöneristämätön.

Vuonna 2006 maanvastaisten seinärakenteiden ulkopuolelle on osittain asennettu patolevytys. Lisäksi salaojat on osittain uusittu.

Maanvastaisten seinärakenteiden lastuvillalevyissä on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja laaja-alaisesti poikkeavaa kosteutta sekä rakenneavauksissa homeen hajua. Maanvastaisten seinärakenteiden lämmöneristyskerroksista on merkittäviä ja laaja-alaisia ilmapuotoja sisäilmaan.

Maanvastaisten seinärakenteiden vauriot ovat syntyneet, koska bitumisivelyn vedeneristävyys ei ole ollut riittävä ja kosteutta on siirtynyt kantavan teräsbetoniseinän läpi. Lämmöneristekerrokseen on siirtynyt kosteutta myös kapillaarisesti maaperästä anturan kautta. Vuonna 2006 asennettu perusmuurilevy ja salaojitus vähentävät merkittävästi maanvastaiseen seinään kohdistuvaa kosteusrasitusta, mutta vaikutus on vain osalla rakennusta.

Maanvastaisissa seinissä on yläosissa osalla rakennusta sokkelihalkaisussa korkki. Rakenteesta ei ole otettu materiaalinäytteitä, mutta kokemuseräisen tiedon perusteella materiaali on herkästi vaurioituvaa ja kyseisessä käyttötarkoituksessa se on mitä ilmeisimmin mikrobivaurioitunut.

Maanvastaisten seinärakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Maanvastaisten seinärakenteiden sisällä on asbestipitoista putkieristettä.

### 2.3 Ulkoseinärakenteet

Rakennuksen kantavana ulkoseinärakenteena on noin 280 mm massiivitiilimuuraus. Tiilimuurauksen sisäpinnassa on 70 mm lastuvillalevyeristys sekä noin 30 mm sisäpuolinen rappaus ja maali. Massiivitiilimuurauksen ulkopinnassa on noin 30 mm julkisivurappaus.

Sisäpuolisessa lastuvillalevyeristeessä on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Vaurioituneesta lastuvillalevykerroksesta on merkittäviä ja laaja-alaisia vuotoilmavirtauksia sisäilmaan.

Vauriot ovat syntyneet joko kosteuden tiivistymisestä tiilimuurauksen sisäpintaan ja/tai rakennusaikaisesta kosteudesta.

Ulkoseinärakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Ulkoseinärakenteiden sisällä on asbestipitoista putkieristettä.

### 2.4 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat punatiilirakenteisia. Osa väliseinistä on kantavia, jolloin tiilimuuraukset ovat yhden kiven muurauksia eli noin 270 mm paksuja. Kevyet väliseinät ovat puolen kiven seiniä.

Rakennuksen keskilinjalla väliseinärakenteen sisään on muuraamalla jätetty hormirakenne, jonka sisällä on paikoin orgaanista materiaalia (kuten aaltopahvia). Lisäksi hormirakenteesta ullakon/yläpohjan epäpuhtaudet kulkeutuvat muihin tiloihin/kerroksiin.

Väliseinärakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen tai mahdollinen.

Osassa väliseinärakenteita (hormirakenteet) on rakenteiden sisällä PAH-pitoista tervapaperia.

### 2.5 Välipohjarakenteet

Välipohjat ovat paikalla valettuja teräsbetonisia alalaattapalkistoja, ja niissä on käytetty erillistä teräsbetonista pintalaattaa kantavan alalaattapalkiston päällä.

Välipohjien täyttömateriaaleista otettujen materiaalinäytteiden perusteella rakenteissa on mikrobivaurioituneita materiaaleja, vaikka selvää/merkittävää mikrobikasvua todettiin kahdessa näytteessä seitsemästä. Lisäksi osassa rakenneavauksia rakenteesta havaittiin tulevan mikrobi-peräinen haju. Vastaavista rakenteista/kohteista saadun kokemuksen perusteella on ilmeistä, että välipohjien täyttömateriaaleissa esiintyy mikrobikasvua ja rakenteissa on yleensä laaja-alaisia vaurioita.

Välipohjarakenteissa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja käytännössä kaikkien talotekniikan läpivientien kohdilla sekä ulkoseinärakenteiden liittymissä, joten merkittävät ilmavuodot ovat näin ollen laaja-alaisia.

Välipohjien vauriot ovat syntyneet ulkoseinälinjalla kosteuden tiivistymisestä, rakennusaikaisesta kosteudesta ja/tai esimerkiksi vesivuotojen seurauksena rakenteisiin päässeestä kosteudesta.

Välipohjarakenteiden heikentävä vaikutus sisäilman laatuun on todennäköinen.

Välipohjarakenteissa on asbestipitoista vinyylilaattaa ja mustaa kiinnitysliimaa. Lisäksi osassa tiloja lattiapinnoitteiden alla on asbestipitoinen magnesiamaakerros. Välipohjarakenteiden sisällä on asbestipitoista putkieristettä.

## **2.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Yläpohjat ovat paikalla valettuja teräsbetonisia alalaattapalkistoja, ja niissä on käytetty erillistä teräsbetonista pintalaattaa kantavan alalaattapalkiston päällä. Asuntolasiivessä yläpohja on vaakatasossa, mutta kouluosalla yläpohjarakenne on toteutettu vinoon, joten ullakkotila on matalampi kuin asuntolaosalla. Yläpohjan täyttömateriaaleina on orgaaninen täyttö, kuten sammalta, sanomalehtiä, koksikuonaa, kutterinpurkua ym.

Täyttömateriaaleista otettujen materiaalinäytteiden perusteella yläpohjassa on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Rakennuksessa on alun perin ollut painovoimainen ilmanvaihto. Rakennuksessa on paljon rakenneaineisia hormoneja, jotka myöhemmissä korjauksissa on poistettu käytöstä, kun koneellinen ilmanvaihto on asennettu. Pystyhormeja on keskitetty etenkin rakennuksen keskilinjalla olevan väliseinän kohdalle, jossa on paikallisesti myös yksittäinen lähes kolme metriä leveä pystyhormi. Rakenneaineiset pystyhormit on yhdistetty yläpohjan yläpuolella ullakolla rakenneaineisin kokoojakanavin. Kokoojakanavia on käytetty paikoin hyödyksi myös myöhemmissä ilmanvaihdon korjaustöissä peltikanavien asentamiseen. Yläpohjasta ja ullakkotilasta on merkittäviä ilmayhteyksiä kokoojakanavien ja yläpohjan läpivientien kautta sisäilmaan. Ilmavuodot ovat laaja-alaisia.

Yläpohjarakenteiden vauriot ovat syntyneet katon vesivuodoista ja/tai rakennusaikaisesta kosteudesta.

Yläpohjarakenteiden heikentävä vaikutus ylimmän kerroksen sisäilman laatuun on todennäköinen. Epäpuhtauksia kulkeutuu yläpohjasta sisäilmaan eniten asuntolasiivessä, jossa on enemmän epätiivittä ilmanvaihtokanavien läpivientejä.

Vesikaton aluskate on asbestipitoista bitumikermiä.

## **2.7 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Rakennuksen luokkatiloissa ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tulo-poistojärjestelmä. Muissa tiloissa on ainoastaan koneellinen poisto. Paine-erojen seurantamittausten perusteella tiloissa vallitsee monin paikoin selvä alipaine ulkoilmaan nähden. Ilmavirrat eivät vastaa rakentamismääräyskokoelmassa D2 annettuja ohjearvoja.

## **3 Altistumisolosuhteiden arviointi ennen korjauksia**

Kaikissa rakennuksen rakenneosissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja vähäisiä tai merkittäviä ilmavuotoja rakenteista sisäilmaan. Vuotoilmavirtaukset ovat pääosassa rakenneosista merkittäviä ja laaja-alaisia eli rakenneosaa kattavia. Luokkatiloissa on koneellinen tulo-

poisto-ilmanvaihto, mutta suurimmassa osassa muita tiloja on vain koneellinen poistoilmanvaihto. Rakennuksessa vallitsee pääosin alipaine ulkoilmaan nähden.

Rakennuksen tilojen altistumisolosuhde on tasolla 4 eli erittäin todennäköinen. Rakennuksessa on useita rakennusosia, joissa on todettu laaja-alaisia vaurioita ja vaurioista on merkittäviä sekä laaja-alaisia ilmayhteyksiä sisäilmaan. Rakennukseen tarvitsee altistumisolosuhdetason vuoksi tehdä ennen peruskorjausta myös käyttöä turvaavia toimenpiteitä, jotta tilojen käyttöä voidaan jatkaa.

## **4 Korjaussuunnitteluratkaisut**

Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyysarvio on tehty hankesuunnitteluvaiheen luonnossuunnitelmille, joten tarvittaessa se päivitetään, kun lopulliset korjausratkaisut on valittu ja korjaussuunnitelmista on laadittu lopulliset versiot urakkalaskentaa varten.

### **4.1 Suunnittelun tavoitetasot ja korjauksen käyttöikä**

Rakennuksen korjaussuunnittelun lähtökohdaksi kiinteistönomistaja on määritellyt peruskorjauksen, eli korjauksen käyttöikäksi on asetettu 25-30 vuotta. Kiinteistönomistajan lähtökohta eri rakenneosien korjauksessa on vaurioituneiden materiaalien poistaminen. Jokainen rakennusosa korjataan lähtökohtaisesti käyttöikänsä samalle tasolle, mutta paikallisten vaurioiden (joita ei voida poistaa) korjausten käyttöikä jää vääjäämättä lyhyemmäksi, joten niiden korjaamisen mahdollisuus ja helppous aiemmin otetaan huomioon jo suunnittelussa.

Altistumisolosuhdetason tavoitteeksi korjausten jälkeen on asetettu taso 1. Sisäilmastoluokituksen mukaiseksi sisäilman laadun tavoitetasoksi korjausten jälkeen on asetettu luokka S2.

### **4.2 Alapohjarakenteet**

Alapohjan rakennusfysikaalisesti toimimaton rakenne korjataan ja sisäilman laatua heikentävä vaikutus poistetaan uusimalla rakenne kokonaan. Työ tehdään poistamalla sekä alapohjarakenne että maatyttöä riittävästi. Purkutoissa huomioidaan alapohjan päällä olevat asbestipitoiset materiaalit siten, että ne määritellään purkutyöselostuksessa poistettavaksi ensin asbestipurkutyönä. Lisäksi alapohjarakenteen sisällä olevan asbesti- ja PAH-pitoisen bitumisivelyn sekä asbestipitoisen magnesiassa massan vuoksi kyseiset kohdat/tilat määritellään suunnitelmassa purettavaksi ensin asbestipurkutyönä ennen muita purkuja. Alapohjarakenteessa vähintään asbestipitoisen materiaalin yläpuoliset rakennekerrokset määritellään purettavaksi asbestipurkutyönä. Alapohjan alla olevien putkieristeiden sijaintia ei puuttuvien alkuperäisten LVI-piirustusten vuoksi voida tarkasti määritellä, mutta suunnitelmissa varaudutaan putkieristeiden asbestipurkuun alapohjarakenteiden yhteydessä.

Uusi alapohjarakenne toteutetaan asentamalla ensin kapillaarikatkerrokseksi noin 8-16 mm soraa. Sorakerroksen paksuudessa tavoitellaan 300 mm, mutta mikäli kaivuutyötä ei voida tehdä niin syvälle, asennetaan vähintään 200 mm. Kapillaarikatkerrokseen asennetaan myös radonputkisto. Tämän päälle asennetaan EPS-eristys sekä uusi 80 mm betonilaatta. Alapohjan ja maanvastaisten seinien sekä alapohjan ja kantavien väliseinien rajapintoihin asennetaan radonkermi, joilla estetään vuotoilmavirtaukset alapohjan alta myös uudessa rakenteessa. Siten maaperän epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan.

Radonkermien vaikutuksesta alapohjarakenteen tiiveys saadaan toteutettua mahdollisimman hyvälle tasolle, mikä osaltaan mahdollistaa mahdollisimman pienen ilmanvuotoluvun koko rakennuksessa.

Uusi alapohjarakenne on rakennusfysikaalisesti toimiva rakenne. Sen pintamateriaali voidaan sen vuoksi valita vapaasti, joten sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ei uudessa rakenteessa ole käytännössä lainkaan.

#### 4.2.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Rakenteen kokonaan uusimisessa oleellista on työmaa-aikainen pölyn- ja kosteudenhallinta. Sen vuoksi jo suunnitteluvaiheessa laaditaan puhtaudenhallintaselvitys ja kosteudenhallintaselvitys.

Purkutyö- ja korjaussuunnitelmissa huolehditaan purkutyön riittävän laajuuden varmistamisen. Suunnittelussa varaudutaan suunnitelmamuutostarpeisiin työmaavaiheessa, sillä alapohjassa voi olla kohtia, joita ei pystytä purkamaan (esimerkiksi portaiden perustusten kohdat tms.). Kyseisten kohtien tapauksissa huomioidaan suunnittelussa näiden rakenteiden tiiveys uusiin rakenteisiin nähden sekä mahdollisen kapillaarisen kosteuden nousun vaikutukset.

Uuden rakenteen suunnittelussa huomioidaan betonin riittävän kuivumisen määrittely jo suunnitelmissa.

Korjaussuunnitelmissa määritellään katselmus, jolla radonkermien asennus ja toteutus todennetaan ennen muiden rakenteiden toteuttamista.

#### 4.2.2 Käytönaikainen seuranta

Alapohjan korjausratkaisun tekniseksi käyttöiäksi voidaan arvioida vähintään 25 vuotta. Rakenteen heikoin kohta on radonkermi, sillä kermi joudutaan liimaamaan maanvastaisen seinän pystypintaan eikä kermiä saa asennettua uudisrakentamisen tavoin rakennekerrosten väleihin.

Korjaussuunnitelmassa on mukana seurantasuunnitelma. Rakenneliittymien tiiveyttä seurataan aistinvaraisesti vuosittain. Radonkermin tiiveyttä seurataan lisäksi merkkiainetutkimuksilla 2-vuotistakuutarkastuksen yhteydessä sekä 10-vuotistakuutarkastuksen yhteydessä.

#### 4.2.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen

Rakennusosa uusitaan kokonaan, joten jäljelle jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole. Radonkermin tiiveyden osalta jää riski, että kermin liimaus irtoaa alustastaan, jolloin rakennedetaljin käyttöikä ei vastaa koko rakenneosan suunniteltua käyttöikää. Tällöin alapohjan alta maataytöistä on vuotoilmavirtauksia sisäilmaan.

### 4.3 Maanvastaaiset seinärakenteet

Maanvastaisten seinärakenteiden ulkopuolelta kaivetaan auki ja rakenteeseen lisätään koko rakennuksessa pato levytys sekä EPS-eriste ulkopuoliseksi lämmöneristeeksi.

Alueilla, joilla kantavan betonirakenteen sisäpinnassa on lastuvillalevyeriste ja sisäpuolinen rappaus, poistetaan kyseiset rakenteet kokonaan. Lisäksi poistetaan kantavan betonin sisäpinnasta myös bitumisively. Alueilla, joilla kantavan teräsbetonin ja bitumisivelyn sisäpuolella on verhomuuraus tai verhomuuraus ja lastuvillalevyeristeys, poistetaan kantavan rakenteen sisäpuoliset materiaalit kokonaan. Maanvastaisten seinärakenteiden sisällä olevien asbestipitoisten putkieristeiden sijaintia ei puuttuvien alkuperäisten LVI-piirustusten vuoksi voida tarkasti määrittellä, mutta suunnitelmissa varaudutaan putkieristeiden asbestipurkuun maanvastaisten seinärakenteiden purun yhteydessä.



Purkutyössä oleellista on puhtaustason varmistus, joten jo suunnitteluvaiheessa määritetään jäävien rakenteiden puhtaustason todentaminen sekä siihen mahdollisesti tarvittavat katsel-mukset. Kantavan teräsbetoniseinän sisäpintaan toteutetaan uusi tasoite- ja maalikerros.

Edellä mainituilla korjausratkaisuilla rakenne saadaan toteutettua suurimmilta osin rakennus-fysikaalisesti toimivaksi. Rakenteen alaosaan anturan kautta nousevaa kapillaarista kosteutta vastaan ei betonirakenteeseen injektoida kapillaarikatkoja, joten mahdollista kosteuden nou-sua ja pintamateriaalien kosteus- ja mikrobivaurioitumista vastaan sisäpuoliset pinnoitteet va-litaan vesihöyryä läpäiseviksi. Seinän alaosissa käytetään suolankeräyslaastia.

Pohjakerroksessa osa asuntolasiiven maanvastaista seinistä on kokonaan maanpinnan ylä-puolella, joten niihin ei saada lisättyä ulkopuolista EPS-eristystä. Näillä alueilla sisäpuolisten rakenteiden poiston jälkeen sisäpinnassa seinärakenne lämmöneristetään kalsiumsilikaattier-televyllä (50 mm), joka kiinnitetään maanvastaiseen teräsbetoniseinään sille tarkoitetulla eri-koislaastilla. Kalsiumsilikaattieristelelyn pinnoittamiseen soveltuu kalsiumsilikaattilevy, jonka pintaan asennetaan hyvin vesihöyryä läpäisevä tasoite ja maalikerros. Sisäilman kosteus voi tiivistyä maanvastaisen teräsbetoniseinän ja sisäpuolisen eristekerroksen sisäpintaan var-sinkin maanvastaisen seinän yläosassa, jossa seinärakenne on maanpinnan yläpuolella. Kal-siumsilikaatti pystyy sitomaan sisäilmasta teräsbetonipintaan tiivistyvää kosteutta ja sen vuoksi on kosteusteknisesti toimiva eristemateriaali.

Maanvastaisten seinien yläosissa sokkelihalkaisussa osittain olevaa korkkia ei käytännössä saada poistettua ilman rakennuksen purkamista, joten korkki jätetään rakenteeseen. Nykyisel-lään sokkelihalkaisun sisäpuolella on massiivibetoninen maanvastainen seinä, joten raken-teesta tulevat vuotoilmavirtaukset ovat todennäköisesti vähäisiä, mutta niitä ei ole merkkiai-netutkimuksin todettu. Sokkelihalkaisun jättäminen rakenteeseen edellyttää kantavan teräsbe-tonirakenteen sisäpuolen tiivistyskorjausta, jolla vuotoilmavirtaukset rakenteesta estetään ko-konaan.

#### 4.3.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Rakenteen kokonaan uusimisessa oleellista on työmaa-aikainen pölyn- ja kosteudenhallinta. Sen vuoksi jo suunnitteluvaiheessa laaditaan puhtaudenthallintaselvitys ja kosteudenthallinta-selvitys.

Tiivistyskorjauksen suunnittelussa määritetään käytettävien materiaalien ja työtekniikoiden soveltuvuus käyttöikätaavoitteeseen nähden. Korjauksen onnistuminen varmistetaan korjaus-työhön osallistuvien työntekijöiden riittävällä koulutuksella ja työmenetelmiin perehdyttämi-sellä, joten jo korjaussuunnitelmassa / urakka-asiakirjoissa edellytetään työntekijältä/urakoit-sijalta VTT:n hyväksymää rakenteiden tiivistäjän sertifikaattia tai muuta vastaavaa osoitusta ammattitaidosta. Jo korjaussuunnitelmissa edellytetään tehtäväksi mallihuonetta, jonka tiiveyttä tarkastellaan merkkiainekokeilla. Korjaustyövaiheessa tulee olla riittävä valvonta ja tiivistettävän rakenteen laadunvarmennus tehdään merkkiainekokein. Merkkiainekokeet suori-tetaan RT-kortissa 14-11197 esitettyjen tiivistyskorjauksen laadunvarmennusohjeiden mukai-sesti ja rakenteen tiiveystason tavoitteena on taso 1.

#### 4.3.2 Käytönaikainen seuranta

Maanvastaisten seinien heikoin kohta on sokkelihalkaisun tiivistyskorjauskohta. Betoniraken-teiden vedeneristemassalla ja vahvikenauhalla tehtyjen tiivistyskorjausten käyttöiäksi arvioi-daan 15 – 25 vuotta. Rakenteiden tiiveyttä seurataan viiden vuoden välein tehtävillä merkkiai-nekokeilla, joilla varmistetaan rakenteen suunniteltu toimivuus käytön aikana. Tiiveyden seu-rantaan laaditaan jo korjaussuunnitteluvaiheessa suunnitelma, joka viedään huoltokirjaan.



Suunnitteluratkaisujen valinnassa varaudutaan tiivistyskorjauksen korjaukseen/uusimiseen jo ennen koko rakennuksen peruskorjausikää.

#### 4.3.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen

Rakennusosa uusitaan käytännössä kokonaan, joten jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole.

Käytönaikaisella seurannalla varmistetaan, ettei tiivistyskorjauksesta aiheudu riskejä sisäilman laadun heikkenemiselle.

#### 4.4 Ulkoseinärakenteet

Kantavan massiivitiiliseinän sisäpinnassa oleva mikrobivaurioitunut lastuvillalevyeriste ja sisäpuolinen rappaus poistetaan kokonaan. Ulkoseinärakenteiden sisällä olevien asbestipitoisten putkieristeiden sijaintia ei puuttuvien alkuperäisten LVI-piirustusten vuoksi voida tarkasti määrittellä, mutta suunnitelmissa varaudutaan putkieristeiden asbestipurkuun, sillä putkieristeet voivat osittain sijaita purettavan lastuvillalevykerroksen kohdalla.

Purkutyössä on tehtävä puhtaustason varmistus, joten jo suunnitteluvaiheessa määritetään jäävien rakenteiden puhtaustason todentaminen sekä siihen mahdollisesti tarvittavat katselmukset. Kantavan massiivitiiliseinän sisäpintaan suunnitellaan uusi tasoite- ja maalikerros.

Purkutyö- ja korjaussuunnitelmissa tulee huolehtia purkutyön riittävän laajuuden varmistamisesta. Suunnitteluvaiheessa esitetään lastuvillalevyn poistamisen periaate myös kantavien väliseinien kohdalla.

Ulkoseinän lopullinen korjausperiaate on vielä hankesuunnitteluvaiheessa vahvistamatta. Hankesuunnitteluvaiheessa on käyty keskusteluja kunnan kaavaviranomaisten sekä museoviranomaisten kanssa rakennuksen suojeluun ja ulkopuolten korjausratkaisuihin liittyen. Ulkoseinien ulkopinnassa mahdollisesti käytettävä lämpörappaus edellyttää kaavasta poikkeamista, mutta saatujen tietojen ja alustavien kannanottojen mukaan lämpörappauksen käyttöä ei ehdottoman yksiselitteisesti ole kuitenkaan kielletty. Ulkopuolinen lämmöneristys on rakennusfysikaalisesti toimiva ratkaisu, joten mikäli tämä on lopullinen korjaustapa, ei uudessa ulkoseinärakenteessa ole mikrobikasvun syntymiselle edellytyksiä eikä siten uusiutuvia sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Mikäli ulkopuolinen lämpörappaus osoittautuu rakennussuojelun vuoksi kielletyksi, on vaihtoehtona jättää ulkoseinärakenne pelkäksi massiivitiiliseinäksi. Tämä johtaa todennäköisesti kuitenkin käyttäjien olosuhdehaittoihin (kylmyyden ja vedon tunne). Tämä korjaustapa on kuitenkin rakennusfysikaalisesti toimiva ratkaisu, joten uudessa ulkoseinärakenteessa ei ole mikrobikasvun syntymiselle edellytyksiä eikä siten uusiutuvia sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Rakennuksen ikkunat kunnostetaan. Ikkunaliittymissä on vanhat pellavariveet, jotka suunnitellaan poistettavaksi mahdollisimman syvältä. Riveitä ei kuitenkaan ole mahdollista kokonaan poistaa, joten ikkunaliittymät tiivistetään vedeneristeellä ja vahvikekankaalla. Puukarmin ja massiivitiiliseinän liitosten tiivistyskorjauksen käyttöä arvioidaan noin 15-25 vuotta.

Ulkoseinärakenne uusitaan korjauksessa käytännössä kokonaan kantavaa rakennetta lukuun ottamatta, joten uuden rakenteen käyttöikä on lähtökohtaisesti 25-30 vuotta. Ikkunaliittymien tiivistyskorjauksella on kuitenkin lyhyempi käyttöikä.

#### 4.4.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Rakenteen kokonaan uusimisessa oleellista on työmaa-aikainen pölyn- ja kosteudenhallinta. Sen vuoksi jo suunnitteluvaiheessa laaditaan puhtaudenhallintaselvitys ja kosteudenhallintaselvitys.

Tiivistyskorjauksen suunnittelussa määritetään käytettävien materiaalien ja työtekniikoiden soveltuvuus käyttökatavoitteeseen nähden. Korjaussuunnitelmassa / urakka-asiakirjoissa edellytetään työntekijältä/urakoitsijalta VTT:n hyväksymää rakenteiden tiivistäjän sertifikaattia tai muuta vastaavaa osoitusta ammattitaidosta. Jo korjaussuunnitelmissa edellytetään tehtäväksi mallihuone, jonka tiiveyttä tarkastellaan merkkiainekokeilla. Korjaustyövaiheessa tulee olla riittävä valvonta sekä tiivistettävän rakenteen laadunvarmennus merkkiainekokein. Merkkiainekokeet suoritetaan RT-kortissa 14-11197 esitettyjen tiivistyskorjauksen laadunvarmennusohjeiden mukaisesti ja rakenteen tiiveystason tavoitteena on taso 1.

#### 4.4.2 Käytönaikainen seuranta

Ikkunaliittymien tiiveyttä seurataan viiden vuoden välein tehtävillä merkkiainekokeilla, joilla varmistetaan rakenteen toimivuus tilojen käytön aikana. Tiiveyden seurantaan laaditaan jo korjaussuunnitteluvaiheessa suunnitelma, joka viedään myöhemmin huoltokirjaan. Suunnittelussa ja suunnitteluratkaisujen valinnassa varaudutaan tiivistyskorjauksen korjaukseen/uusimiseen jo ennen koko rakennuksen peruskorjausikää.

#### 4.4.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen

Rakennusosasta poistetaan lastuvillalevyeristykset kokonaan ja ainostaan kantava massiivitiili-limuuri jätetään, joten jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole.

Käytönaikaisella seurannalla varmistetaan, ettei ikkunoiden tiivistyskorjauksesta aiheudu riskejä sisäilman laadun heikkenemiselle.

### 4.5 Väliseinärakenteet

Rakennuksen keskilinjalla on väliseinä, jonka sisällä on hormirakenne. Kyseinen rakenne puretaan toispuoleisesti, jotta seinän sisällä olevat orgaaniset materiaalit ja todennäköiset epäpuhtauslähteet saadaan poistettua. Samalla hormirakenteen läpiviennit välipohjien kohdilla suljetaan betonivaluin, jolla ilman liikkumista hormissa vähennetään.

Väliseinien/hormien sisällä olevien PAH-pitoisten tervapaperien vuoksi purkutyöselostuksessa määritellään kyseisten kohtien purkaminen haitta-ainepurkuna ennen muita purkutöimenpiteitä.

Rakennuksen kevyet väliseinät purkautuvat kokonaan, kun välipohjat korjataan. Uudet väliseinät tehdään teräsrunkarakenteisina ja kipsilevyverhottuina.

#### 4.5.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Ei korjaussuunnitteluratkaisujen laadunvarmistustoimenpiteitä.

#### 4.5.2 Käytönaikainen seuranta

Ei käytönaikaisia seurantatoimenpiteitä.

#### 4.5.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen

Epäpuhtauslähteet poistetaan kokonaan, joten jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole.

### 4.6 Välipohjarakenteet

Nykyisen alalaattapalkiston betonikansi ja täyttömateriaalit puretaan kokonaan. Jäljelle jää alalaatta ja palkisto. Jäävät betonirakenteet puhdistetaan hiekkapuhaltamalla ja käsitellään blower broof -ilmatiivistysaineella mahdollisten betonirakenteeseen jäävien epäpuhtauksien leviämisen estämiseksi. Eristetila täytetään vaahtolasimurskeella. Uusi pintalaatta tehdään liit-tolevyrakenteena.

Välipohjien ylälaattarakenteissa olevat asbestipitoiset magnesiamaakerrokset sekä asbesto-pitoiset vinyyli- ja musta liima määritellään purkutyöselostuksessa purettaviksi asbesti-purkutyönä ennen muita purkutöitä. Välipohjarakenteessa vähintään asbestipitoisen materiaa-lin yläpuoliset rakennekerrokset määritellään purettavaksi asbestipurkutyönä. Välipohjien täyttömateriaali voidaan purkaa normaalina purkutyönä, mutta sen jälkeen tehdään vielä as-bestipurkutyönä välipohjan sisältä putkieristeiden poistaminen.

Peruskorjauksessa välipohjien rakenteet uusitaan käytännössä kokonaan, joten niiden käyt-töäksi voidaan arvioida 25-30 vuotta. Rakenteen heikoimpana kohtana on jääville betonira-kenteille tehtävä ilmatiivistyskerros, jonka käyttöikä on arviolta 20-25 vuotta. Sille ei kuiten-kaan kohdistu suurempia rasituksia ja kerros on rakenteessa ns. varmistuksena betonipintojen puhdistuksen lisäksi, joten koko rakenteen käyttöikä voidaan sen vuoksi käyttää 25 vuotta.

Uusi välipohjarakenne on rakennusfysikaalisesti toimiva rakenne. Vaurioituneet materiaalit on poistettu, joten sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ei uudessa rakenteessa ole käytännössä lainkaan.

#### 4.6.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Rakenteen kokonaan uusimisessa oleellista on työmaa-aikainen pölyn- ja kosteudenhallinta. Sen vuoksi jo suunnitteluvaiheessa laaditaan puhtaudenhallintaselvitys ja kosteudenhallinta-selvitys.

Purkutyössä oleellista on puhtaustason varmistus, joten jo suunnitteluvaiheessa määritetään jäävien rakenteiden puhtaustason todentaminen sekä siihen mahdollisesti tarvittavat katsel-mukset.

Lähtökohtaisesti kuntotutkimuksen perusteella välipohjat saadaan kaikkialta purettua. Purku-työ- ja korjaussuunnitelmissa huolehditaan kuitenkin purkutyön riittävän laajuuden varmista-minen. Suunnittelussa varaudutaan suunnitelmamuutostarpeisiin työmaavaiheessa, sillä väli-pohjissa voi olla kohtia, joita ei pystytä purkamaan. Kyseisten kohtien tapauksissa huomioi-daan suunnittelussa näiden rakenteiden tiiveys uusiin rakenteisiin nähden sekä mahdollisen kapillaarisen kosteuden nousun vaikutukset.

Uuden rakenteen suunnittelussa huomioidaan betonin riittävän kuivumisen määrittely jo suun-nitelmissa. Välipohjien uusi pintalaatta on ainoastaan yhteen suuntaan kuivuva rakenne.

#### 4.6.2 Käytönaikainen seuranta

Ei käytönaikaisia seurantatoimenpiteitä.

#### 4.6.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen

Rakenne uusitaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta kokonaan, joten jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole.

#### 4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Vesikaton asbestipitoinen aluskermi määritellään purkutyöselostuksessa purettavaksi ensin asbestipurkutyönä. Käytännössä osittain vinon yläpohjarakenteen uusiminen lähes kokonaan edellyttää vesikatteen purkamista ensin pois alta, jotta työskentelytilaa on riittävästi. Tämä puolestaan johtaa vesikatteen ja yläpohjan korjaustöiden tekemiseen sääsuojan alla. Sääsuojan toteuttaminen sisällytetäänkin jo urakka-asiakirjoissa tehtäväksi, jolloin varmistutaan tältä osin samalla työmaa-aikaisesta kosteudenhallinnasta jo korjaussuunnitteluvaiheessa.

Nykyisen alalaattapalkiston betonikansi ja täyttömateriaalit puretaan kokonaan. Jäljelle jää alalaatta ja palkisto. Jäävät betonirakenteet puhdistetaan hiekkapuhaltamalla ja käsitellään blower broof –ilmatiiivistysaineella mahdollisten betonirakenteeseen jäävien epäpuhtauksien leviämisen estämiseksi. Eristetila täytetään puhallettavalla mineraalivillalla.

Yläpohjan vanhat läpiviennit alalaatan läpi valetaan umpeen ja tiivistyskerrokseen asennetaan niille kohdin vahvikekangas. Läpivientien tiivistys auttaa osaltaan koko rakennuksen mahdollisimman pientä ilmanvuotolukua tavoiteltaessa.

Peruskorjauksessa yläpohjan rakenteet uusitaan käytännössä kokonaan, joten niiden käyttöä voidaan arvioida 25-30 vuotta. Rakenteen heikoimpana kohtana on jääville betonirakenteille tehtävä ilmatiiivistyskerros, jonka käyttöikä on arviolta 20-25 vuotta. Sille ei kuitenkaan kohdistu suurta rasitusta ja kerros on rakenteessa ns. varmistuksena betonipintojen puhdistuksen lisäksi, joten rakenteen käyttöikä voidaan sen vuoksi käyttää 25 vuotta.

Uusi yläpohjarakenne on rakennusfysikaalisesti toimiva rakenne ja vaurioituneet materiaalit poistetaan. Sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ei uudessa rakenteessa ole käytännössä lainkaan.

##### 4.7.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus

Rakenteen kokonaan uusimisessa oleellista on työmaa-aikainen pölyn- ja kosteudenhallinta. Sen vuoksi jo suunnitteluvaiheessa laaditaan puhtaushallintaselvitys ja kosteudenhallintaselvitys.

Purkutyössä oleellista on puhtaustason varmistus, joten jo suunnitteluvaiheessa määritetään jäävien rakenteiden puhtaustason todentaminen sekä siihen mahdollisesti tarvittavat katsel-mukset.

##### 4.7.2 Käytönaikainen seuranta

Ei käytönaikaisia seurantatoimenpiteitä.

#### 4.7.3 Rakennusosaan liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen

Rakenne uusitaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta kokonaan, joten jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole.

## **4.8 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan peruskorjauksessa kokonaan. Suunnittelussa huolehditaan, että ilmanvaihtojärjestelmän käyttöikä tavoittelee vastata rakenteiden käyttöikää.

### **4.8.1 Suunnitellun korjausratkaisun laadunvarmistus**

Suunnittelussa huomioidaan sisäilmastoluokituksen mukainen tavoitetaso sisäilman laadulle sekä suunnitteluvaiheen laadunvarmistuksena sisäilmaston laatuluokan todentaminen.

Suunnitteluvaiheessa määritellään ilmamäärien mittaus- ja säätötyöstä. Lisäksi korjaussuunnitteluvaiheessa määritellään 7-14 vuorokauden paine-erojen seurantamittaukset säätötyön jälkeen, jotta varmistutaan paine-erojen hallinnasta ja säätötyön onnistumisesta.

Suunnittelussa määritetään talotekniikkajärjestelmien puhtauden varmistaminen. Jo suunnittelussa laaditaan puhtaudenhallinnan valvontasuunnitelma ja määritetään käyttöönottotarkastusten tekemisestä.

Jo purkutyö- ja korjaustyösuunnitelmaa laadittaessa huomioidaan työmaan vaiheistus, jotta työmaan pölynhallinta saadaan toteutettua ja siivoukset tehtyä ennen ilmanvaihdon käyttöönottoa.

### **4.8.2 Käytönaikainen seuranta**

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja ilmamäärien mittaus sekä säätö viiden vuoden välein. Lisäksi korjaussuunnitteluvaiheessa määritellään 7-14 vuorokauden paine-erojen seurantamittaukset puhdistuksen ja säätötyön jälkeen, jotta varmistutaan paine-erojen hallinnasta ja säätötyön onnistumisesta.

### **4.8.3 Järjestelmään liittyvät riskit korjaussuunnitteluratkaisujen jälkeen**

Ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan kokonaan, joten jääviä sisäilmateknisiä riskejä ei ole.